

# Deutsches Patent- und Markenamt

München, den 2. Februar 2004

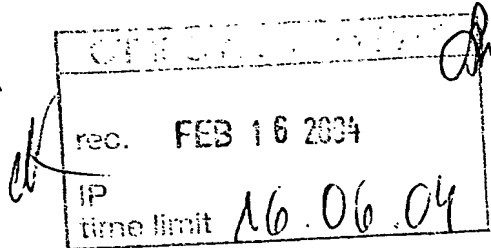
Telefon: (0 89) 21 95 - 3214

Aktenzeichen: 102 34 492.2-52

Anmelder:  
s. Adr.

Deutsches Patent- und Markenamt · 80297 München

Siemens AG  
Abhofach im DPMA  
München



Ihr Zeichen: 2001P08016 DE

Bitte Aktenzeichen und Anmelder bei  
allen Eingaben und Zahlungen angeben

Zutreffendes ist angekreuzt ☒ und/oder ausgefüllt

Prüfungsantrag, Einzahlungstag am 5. August 2002

Eingabe vom eingegangen am

Die Prüfung der oben genannten Patentanmeldung hat zu dem nachstehenden Ergebnis geführt.

Zur Äußerung wird eine Frist von

**4 Monat(en)**

gewährt. Die Frist beginnt an dem Tag zu laufen, der auf den Tag des Zugangs des Bescheids folgt.

Für Unterlagen, die der Äußerung gegebenenfalls beigelegt werden (z.B. Beschreibung, Beschreibungsteile, Patentansprüche, Zeichnungen), sind je zwei Ausfertigungen auf gesonderten Blättern erforderlich. Die Äußerung selbst wird nur in einfacher Ausfertigung benötigt.

Werden die Beschreibung, die Patentansprüche oder die Zeichnungen im Laufe des Verfahrens geändert, so hat der Anmelder, sofern die Änderungen nicht vom Deutschen Patent- und Markenamt vorgeschlagen sind, im Einzelnen anzugeben, an welcher Stelle die in den neuen Unterlagen beschriebenen Erfindungsmerkmale in den ursprünglichen Unterlagen offenbart sind.

In diesem Bescheid ist folgende Entgegenhaltung erstmalig genannt.  
(Bei deren Nummerierung gilt diese auch für das weitere Verfahren):

Mr

## Hinweis auf die Möglichkeit der Gebrauchsmusterabzweigung

Der Anmelder einer mit Wirkung für die Bundesrepublik Deutschland eingereichten Patentanmeldung kann eine Gebrauchsmusteranmeldung, die den gleichen Gegenstand betrifft, einreichen und gleichzeitig den Anmeldetag der früheren Patentanmeldung in Anspruch nehmen. Diese Abzweigung (§ 5 Gebrauchsmustergesetz) ist bis zum Ablauf von 2 Monaten nach dem Ende des Monats möglich, in dem die Patentanmeldung durch rechtskräftige Zurückweisung, freiwillige Rücknahme oder Rücknahmefiktion erledigt, ein Einspruchsverfahren abgeschlossen oder - im Falle der Erteilung des Patents - die Frist für die Beschwerde gegen den Erteilungsbeschluss fruchtlos verstrichen ist. Ausführliche Informationen über die Erfordernisse einer Gebrauchsmusteranmeldung, einschließlich der Abzweigung, enthält das Merkblatt für Gebrauchsmusteranmelder (G 6181), welches kostenlos beim Patent- und Markenamt und den Patentinformationszentren erhältlich ist.

**Dokumentenannahme  
und Nachbriefkasten  
nur  
Zweibrückenstraße 12**

Hauptgebäude  
Zweibrückenstraße 12  
Zweibrückenstraße 5-7 (Breiterhof)  
Markenabteilungen:  
Cincinnatistraße 64  
81534 München

Hausadresse (für Fracht)  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Zweibrückenstraße 12  
80331 München

Telefon (089) 2195-0  
Telefax (089) 2195-2221  
Internet: <http://www.dpma.de>

Zahlungsempfänger:  
Bundeskasse Weiden  
BBk München  
Kto.Nr.: 700 010 54  
BLZ: 700 000 00  
BIC (SWIFT-Code): MARKDEF1700  
IBAN: DE84 7000 0000 0070 0010 54

2401.1  
.04 S-Bahnanschluss im  
Münchner Verkehrs- und  
Tarifverbund (MVV):



Zweibrückenstr. 12 (Hauptgebäude)  
Zweibrückenstr. 5-7 (Breiterhof)  
S1 - S8 Haltestelle Isartor

Cincinnatistraße:  
S2 Haltestelle Fasangarten

**BEST AVAILABLE COPY**

1) DE 199 52 294 A1

1. Aus der Druckschrift 1) ist bereits ein Verfahren zur Ermittlung eines Luftmassenstroms gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruch 1 bekannt (vgl. insb. Fig. 1 mit Beschreibung), bei welchem eine Zeitreihe von Signalen (vgl. Fig. 4 mit Beschreibung) einer Schwingungsanalyse (Fourier-Transformation, S. 6, Z. 27 – 33) unterzogen wird, wobei eine Grundschiwingung (Kurbelwinkelfrequenz  $\omega_0$ , vgl. Fig. 8A u. 8B mit Beschreibung sowie S. 6, Z. 27 – 33) und wenigstens eine vorgegebene Oberschiwingung der Grundschiwingung ermittelt und Parameter (Frequenzkomponentenstärken  $F(\omega_i)$ , S. 6, Z. 34 – 37) der Grundschiwingung und der vorgegebenen Oberschiwingung miteinander verglichen werden, und bei dem ein Vorliegen einer Rückströmung entgegen einem mittleren Luftmassenstrom auf Grund von Pulsationen festgestellt wird und das Verhältnis (Rückstromverhältnis R, S. 6, Z. 34 – 66) der Parameter der Oberschiwingung zu der Grundschiwingung gebildet und zur Korrektur der Messwerte herangezogen wird.

Obwohl es nach der Druckschrift 1) nicht unbedingt notwendig ist, entnimmt der Fachmann der Druckschrift 1), dass bei Bedarf auch ein Schwellwert für dieses Verhältnis festgelegt werden kann (S. 9, Z. 25 – 32).

Somit gelangt der Fachmann bei Kenntnis der Druckschrift 1) zu einem Verfahren gemäß dem Patentanspruch 1, ohne erfinderisch tätig zu werden. Eine das Verfahren nach Anspruch 1 ausführende Luftmassenstromsensoreinheit mit den Vorrichtungsmerkmalen gemäß Anspruch 14 ist aus der Druckschrift 1) bekannt (vgl. insb. Fig. 1 mit Beschreibung). Die Ansprüche 1 und 14 sind daher nicht gewährbar, da ihre jeweiligen Gegenstände nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit beruhen.

2. Nach Fortfall des Patentanspruchs 1 sind formal auch die Unteransprüche 2 bis 13 nicht gewährbar. Aus der Druckschrift 1) sind die jeweiligen kennzeichnenden Merkmale in den Ansprüchen 2, 3 und 10 (vgl. S. 4, Z. 43 – 55) sowie 11 bis 13 (vgl. Fig. 1 mit Beschreibung sowie S. 6, Z. 15 – 33) bekannt, jenes im Anspruch 7 wird dem Fachmann nahegelegt (vgl. Fig. 10 und S. 4, Z. 20 – 22). Bezüglich einer Verwendung der Kennlinie des Luftmassenstromsensors (Anspruch 8) wird auf die Figur 1 (Bz. 7) verwiesen.
3. Sollte die Anmelderin bei dieser Sachlage der Auffassung sein, dass in den ursprünglich eingereichten Unterlagen noch Maßnahmen offenbart sind, welchen eine patentbegründende Bedeutung zukommt, wird ihr anheimgestellt, dies unter Angabe der Gründe ausführlich darzulegen und einen darauf gerichteten neuen Patentanspruch einzureichen.
4. Mit den geltenden Anmeldungsunterlagen kann die Patenterteilung nicht in Aussicht gestellt werden. Bei Weiterverfolgung der Anmeldung mit dem vorliegenden oder einem im Wesentlichen inhaltsgleichen Schutzbegehren, ist mit der Zurückweisung der Anmeldung zu rechnen.

Prüfungsstelle für Klasse G 01 F

*J. Walter*

Dr. Walter

Hausruf 4251

Ausgefertigt

*[Signature]*  
Regierungsangestellte



Anlagen: Abl. von 1 Entgegenhaltung



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 52 294 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 02 D 41/18**  
G 01 F 1/69

⑳ Aktenzeichen: 199 52 294.4  
㉔ Anmeldetag: 29. 10. 1999  
㉕ Offenlegungstag: 28. 9. 2000

DE 199 52 294 A 1

③① Unionspriorität:  
11-067843 15. 03. 1999 JP  
⑦① Anmelder:  
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP  
⑦④ Vertreter:  
Beetz und Kollegen, 80538 München

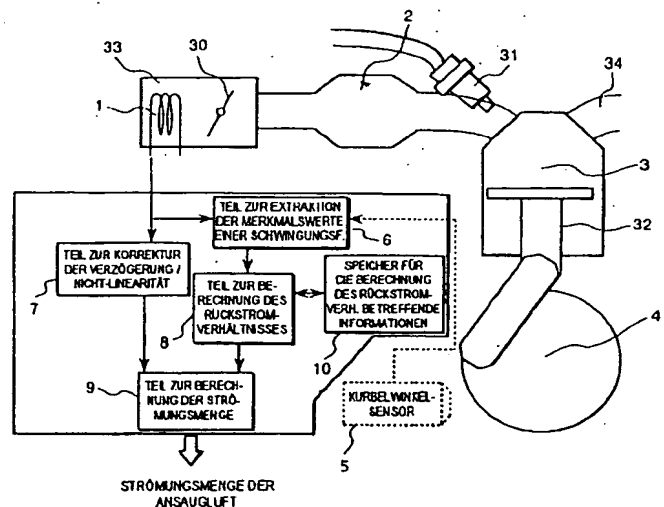
⑦② Erfinder:  
Aono, Toshihiro, Ibaraki, JP; Kowatari, Takehiko,  
Kashiwa, Chiba, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Vorrichtung zur Messung einer Strömungsmenge der Ansaugluft

⑤⑦ Eine Vorrichtung zur Messung einer Strömungsmenge der in eine Brennkraftmaschine aufgenommenen Ansaugluft unter Verwendung eines Luftstrommessers (1) mit elektrothermischem Widerstand umfaßt ein Teil (7) zur Korrektur einer Verzögerung/Nicht-Linearität zum Ausführen einer Korrektur eines Ausgangssignals des Luftstrommessers (1) mit elektrothermischem Widerstand hinsichtlich einer Reaktionsverzögerung und einer Nicht-Linearität des Luftstrommessers mit elektrothermischem Widerstand, ein Teil (6) zur Extraktion von Merkmalswerten einer Schwingungsform eines von dem Luftstrommesser (1) mit elektrothermischem Widerstand gesendeten und von dem Teil (7) zur Korrektur der Verzögerung und der Nicht-Linearität korrigierten Ausgangssignals (Md), ein Teil (8) zur Berechnung eines Rückstromverhältnisses zum Ermitteln eines Rückstromverhältnisses (R) auf der Grundlage der extrahierten Merkmalswerte der Schwingungsform und ein Teil (9) zur Berechnung der Strömungsmenge zum Ermitteln der korrekten Strömungsmenge der Ansaugluft auf der Grundlage eines Ausgangs des Teils (7) zur Korrektur der Verzögerung/Nicht-Linearität und eines Ausgangs des Teils (8) zur Berechnung des Rückstromverhältnisses.



DE 199 52 294 A 1

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der Ansaugluft einer Brennkraftmaschine und insbesondere eine Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der Ansaugluft, bei der die Strömungsmenge der Ansaugluft auf der Grundlage der Schwingungsform eines von einem Luftstrommesser mit elektrothermischem Widerstand, wie einem Heißdraht-Luftstrommesser, ausgegebenen Signals korrekt gemessen werden kann.

Die Strömungsmenge der in eine Brennkraftmaschine eingesaugten Luft wurde im allgemeinen durch einen Heißdraht-Luftstrommesser gemessen. Der in einem Lufteinlaßkanal angeordnete Heißdraht-Luftstrommesser mißt die Strömungsmenge der den Querschnitt des Lufteinlaßkanals passierenden Ansaugluft durch Messen des Werts des einem Heißdraht des Luftstrommessers zugeführten elektrischen Stroms derart, daß die Temperatur des Drahts auf einem konstanten Wert gehalten wird. Da der Heißdraht-Luftstrommesser lediglich den absoluten Wert einer Luftströmungsmenge messen kann, kann dieser Typ von Luftstrommesser die Richtung des Luftstroms nicht feststellen.

Bei einer Brennkraftmaschine wird aufgrund der Auf- und Abbewegungen von Kolben in Zylindern ein Pulsieren des Ansaugluftstroms verursacht. Dementsprechend zeigt die Luftströmungsmenge an dem Querschnitt des Luftströmungskanals, an dem der Heißdraht angeordnet ist, periodische Veränderungen. Wenn der Öffnungsgrad eines Drosselventils groß wird, wird auch die Amplitude des Pulsierens ebenfalls groß, und die Ansaugluft strömt gelegentlich vorübergehend in die negative (umgekehrte) Richtung. Dieser Rückwärtsstrom wird als Rückstrom bezeichnet. Daher ist die von dem Heißdraht-Luftstrommesser erfaßte Luftströmungsmenge nicht korrekt, wenn der Rückstrom auftritt, da der Heißdraht-Luftstrommesser nur den absoluten Wert einer Luftströmungsmenge erfassen kann.

Ferner weist der Heißdraht-Luftstrommesser aufgrund seiner Wärmekapazität eine Reaktionsverzögerung auf. Überdies ist die Beziehung zwischen dem Wert eines von dem Heißdraht-Luftstrommesser ausgegebenen Signals und der tatsächlichen Luftströmungsmenge nicht linear. Wenn das Ausgangssignal des Heißdraht-Luftstrommessers, das von der Reaktionsverzögerung und der Nicht-Linearität beeinträchtigt wird, unverändert integriert wird, wird die Menge der in die Brennkraftmaschine eingesaugten Ansaugluft um die dem Rückstrom entsprechende Menge überschätzt.

Herkömmliche Verfahren zur Lösung der vorstehend aufgeführten Probleme wurden vorgeschlagen.

Bei einem in der japanischen Patentoffenlegungsschrift Hei. 10-300544 offenbarten Verfahren wird beispielsweise auf der Grundlage des maximalen und des minimalen Werts eines von einem Heißdraht-Luftstrommesser ausgegebenen Signals ein Schwellenwert eingestellt, mittels des eingestellten Schwellenwerts wird anhand der von dem Luftstrommesser ausgegebenen Signale die Richtung des Ansaugluftstroms festgestellt, und ein Intervall des Rückstroms wird bestimmt. Ferner wird durch Korrigieren des erfaßten Signals auf der Grundlage des bestimmten Intervalls des Rückstroms die korrekte Luftströmungsmenge ermittelt.

Überdies werden bei einem in der japanischen Patentoffenlegungsschrift Hei. 7-167697 offenbarten Verfahren die maximalen und minimalen Werte eines von einem Heißdraht-Luftstrommesser ausgegebenen Signals erfaßt, und die von dem maximalen bis zu dem minimalen Wert verstrichene Zeit wird ermittelt. Ferner wird auf der Grundlage der verstrichenen Zeit ein Intervall des Rückstroms ermittelt, und das Ausgangssignal des Luftstrommessers wird auf der Grundlage des bestimmten Intervalls des Rückstroms korrigiert.

Darüber hinaus werden bei einem in der japanischen Patentoffenlegungsschrift Hei. 7-239260 offenbarten Verfahren vorab eine Tabelle, in der die Beziehung zwischen der Strömungsmenge des Rückstroms und dem Öffnungsgrad des Drosselventils beschrieben ist, und eine Tabelle erstellt, in der die Beziehung zwischen der Strömungsmenge des Rückstroms und der Größe der Veränderung des Kurbelwinkels beschrieben ist, und das Ausgangssignal des Luftstrommessers wird unter Verwendung des erfaßten Öffnungsgrads des Drosselventils und der Größe der Veränderung des Kurbelwinkels mittels der auf der Grundlage der vorstehend erwähnten Tabellen berechneten Größe des Rückstroms korrigiert.

Obwohl das Auftreten eines Rückstroms bei dem in der japanischen Patentoffenlegungsschrift Hei. 10-300544 offenbarten Verfahren durch eine Überprüfung, ob das Ausgangssignal des Luftstrommessers unter den Schwellenwert sinkt, bestimmt wird, wird es aufgrund von Rauschkomponenten in dem Ausgangssignal des Luftstrommessers gelegentlich unmöglich, klar festzustellen, ob das Ausgangssignal des Luftstrommessers unter den Schwellenwert sinkt. Daher ist dieses Verfahren in der Praxis nicht zuverlässig.

Ferner werden, obwohl bei dem in der japanischen Patentoffenlegungsschrift Hei. 7-167697 offenbarten Verfahren die maximalen und die minimalen Werte der von einem Heißdraht-Luftstrommesser ausgegebenen Signale erfaßt werden, aufgrund von Rauschkomponenten in den Ausgangssignalen des Luftstrommessers gelegentlich pseudo-maximale und pseudo-minimale Werte erfaßt. Daher ist dieses Verfahren in der Praxis ebenfalls nicht zuverlässig.

Überdies ist es bei dem in der japanischen Patentoffenlegungsschrift Hei. 7-239260 offenbarten Verfahren erforderlich, für jede Brennkraftmaschine vorab die Tabelle, in der die Beziehung zwischen der Strömungsmenge des Rückstroms und dem Öffnungsgrad eines Drosselventils beschrieben ist, und die Tabelle zu erstellen, in der die Beziehung zwischen der Strömungsmenge des Rückstroms und der Größe der Veränderung des Kurbelwinkels beschrieben ist. Daher müssen diese Tabellen erneuert werden, wenn eine Veränderung an dem Lufteinlaßsystem vorgenommen wird.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur Messung einer Strömungsmenge der Ansaugluft für eine Brennkraftmaschine zu schaffen, die zum Ausführen einer Korrektur des Rückstroms ohne eine Bestimmung des Intervalls des Rückstroms mittels ermittelter Schwellenwerte und der erfaßten Extremwerte oder der Erstellung von die Beziehung zwischen der Strömungsmenge des Rückstroms und den beiden Variablen, nämlich dem Öffnungsgrad eines Drosselventils und der Größe der Veränderung eines Kurbelwinkels, ausdrückenden Tabellen geeignet ist.

Zur Lösung der vorstehend genannten Aufgabe wird durch die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zur Messung einer Strömungsmenge der Ansaugluft zum Messen Strömungsmenge der in eine Brennkraftmaschine aufgenommenen

Ansaugluft unter Verwendung eines Luftstrommessers mit einem elektrothermischen Widerstand geschaffen, wobei die Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der Ansaugluft umfaßt: ein Teil zur Berechnung eines Rückstromverhältnisses auf der Grundlage von Merkmalswerten der Schwingungsform der Veränderungen einer gemessenen Strömungsmenge der Ansaugluft und ein Teil zur Berechnung der Strömungsmenge zur Berechnung der korrekten Strömungsmenge der Ansaugluft auf der Grundlage der Schwingungsform der gemessenen Strömungsmenge der Ansaugluft und des von dem Teil zur Berechnung des Rückstromverhältnisses ausgegebenen Rückstromverhältnisses.

Ferner wird bei der vorstehend beschriebenen Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der Ansaugluft die gemessene Strömungsmenge durch Ausführen einer Korrektur eines Ausgangssignals des Luftstrommessers mit elektrothermischem Widerstand hinsichtlich einer Reaktionsverzögerung und Nicht-Linearität des Luftstrommessers mit elektrothermischem Widerstand ermittelt.

Überdies wird durch die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der in eine Brennkraftmaschine aufgenommenen Ansaugluft unter Verwendung eines Luftstrommessers mit elektrothermischem Widerstand geschaffen, wobei die Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der Ansaugluft umfaßt: ein Teil zur Korrektur der Verzögerung/Nicht-Linearität zum Ausführen einer Korrektur eines Ausgangssignals des Luftstrommessers mit elektromagnetischem Widerstand hinsichtlich einer Reaktionsverzögerung und einer Nicht-Linearität des Luftstrommessers mit elektrothermischem Widerstand, ein Teil zur Extraktion von Merkmalswerten einer Schwingungsform eines von dem Luftstrommesser mit elektrothermischem Widerstand gesendeten und von dem Teil zur Korrektur der Verzögerung/Nicht-Linearität hinsichtlich der Reaktionsverzögerung und Nicht-Linearität korrigierten Ausgangssignals, ein Teil zur Berechnung des Rückstroms zum Ermitteln eines Rückstromverhältnisses auf der Grundlage der extrahierten Merkmalswerte der Schwingungsform und ein Teil zur Berechnung der Strömungsmenge zum Ermitteln der korrekten Strömungsmenge der Ansaugluft auf der Grundlage des Ausgangs des Teils zur Korrektur der Verzögerung/Nicht-Linearität und des Ausgangs des Teils zur Berechnung des Rückstromverhältnisses.

Darüber hinaus sind bei der vorstehend beschriebenen Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der Ansaugluft die Merkmalswerte der Schwingungsform Stärken von Frequenzkomponenten der Schwingungsform des von dem Luftstrommesser mit elektrothermischem Widerstand gesendeten und von dem Teil zur Korrektur der Verzögerung/Nicht-Linearität hinsichtlich der Reaktionsverzögerung und der Nicht-Linearität korrigierten Ausgangssignals.

Ebenso wird durch die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der in eine Brennkraftmaschine aufgenommenen Ansaugluft unter Verwendung eines Luftstrommessers mit elektrothermischem Widerstand geschaffen, bei der die Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der Ansaugluft umfaßt: einen Eingangs-/Ausgangsanschluß, einen Speicher, in den über den Eingangs-/Ausgangsanschluß eine Schwingungsform eines von dem Luftstrommesser mit elektrothermischem Widerstand gesendeten Ausgangssignals eingegeben wird, zum Speichern einer Beziehung zwischen bestimmten Winkelfrequenzen, bei denen die Stärke der Frequenzkomponente zu ermitteln ist, und einer Kurbelwinkelfrequenz des Motors und eine Berechnungsvorrichtung zum Ausführen einer Korrektur eines Ausgangssignals des Luftstrommessers mit elektrothermischem Widerstand hinsichtlich einer Reaktionsverzögerung und einer Nicht-Linearität des Luftstrommessers, zum Ermitteln der Kurbelwinkelfrequenz des Motors, zur Berechnung der Stärke der Frequenzkomponenten der Schwingungsform des von dem Luftstrommesser mit elektrothermischem Widerstand gesendeten und hinsichtlich der Reaktionsverzögerung und Nicht-Linearität korrigierten Ausgangssignals bei jeder unter Verwendung der gespeicherten Beziehung zwischen den bestimmten Winkelfrequenzen und der Kurbelwinkelfrequenz ermittelten bestimmten Winkelfrequenz, zur Ermittlung eines Rückstromverhältnisses auf der Grundlage der berechneten Stärke der Frequenzkomponenten, zum Ermitteln einer korrekten Strömungsmenge der Ansaugluft durch Korrigieren der Schwingungsform des von dem Luftstrommesser mit elektrothermischem Widerstand gesendeten und hinsichtlich der Reaktionsverzögerung und Nicht-Linearität korrigierten Ausgangssignals mittels des Rückstromverhältnisses und zur Ausgabe der korrekten Strömungsmenge der Ansaugluft über den Eingangs-/Ausgangsanschluß.

Darüber hinaus wird bei der vorstehend beschriebenen Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der Ansaugluft die Kurbelwinkelfrequenz unter Verwendung des von dem Luftstrommesser mit elektrothermischem Widerstand gesendeten Ausgangssignals ermittelt.

Überdies wird bei der vorstehend beschriebenen Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der Ansaugluft die Kurbelwinkelfrequenz unter Verwendung eines von einem in dem Motor vorgesehenen Kurbelwinkelsensor gesendeten Ausgangssignals ermittelt.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist ein Diagramm, das schematisch den Gesamtaufbau einer Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der Ansaugluft gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 2 ist ein schematisches Blockdiagramm, das den Aufbau des Teils zur Extraktion der Merkmalswerte einer Schwingungsform der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der Ansaugluft zeigt;

Fig. 3 ist eine Darstellung, die das Konzept der Meßkennlinien eines Heißdraht-Luftstrommessers zeigt;

Fig. 4 ist eine weitere Darstellung, die das Konzept der Meßkennlinien eines Heißdraht-Luftstrommessers zeigt;

Fig. 5 ist eine Darstellung, die das Rückstromverhältnis erläutert;

Fig. 6 ist ein Ablaufdiagramm der von der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der Ansaugluft ausgeführten fundamentalen Verarbeitung;

die Fig. 7A-7D sind genaue Ablaufdiagramme der Implementation der in Fig. 6 dargestellten fundamentalen Verarbeitung;

Fig. 8 ist ein Diagramm, das das Frequenzspektrum eines von einem Heißdraht-Luftstrommesser ausgegebenen Signals zeigt;

die Fig. 9A-9D sind Diagramme, die die Anordnung von in jeweiligen bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der Ansaugluft vorgesehenen Speichern gespeicherten Daten zeigten;

Fig. 10 ist ein schematisches Blockdiagramm, das den Aufbau der Vorrichtung zum Ermitteln von Informationen zur

Berechnung des Rückstromverhältnisses zeigt;

die Fig. 11A–11C sind Diagramme, die die Anordnung von in jeweiligen bei der Vorrichtung zum Ermitteln der zur Berechnung des Rückstromverhältnisses verwendeten Informationen vorgesehenen Speichern gespeicherten Daten zeigen;

Fig. 12 ist ein Ablaufdiagramm der von der Vorrichtung zum Ermitteln von zur Berechnung des Rückstromverhältnisses verwendeten Informationen ausgeführten Verarbeitung; und

Fig. 13 ist ein Diagramm, das schematisch den Gesamtaufbau einer Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der Ansaugluft gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

## GENAUE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

Im folgenden werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Einzelheiten der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung erläutert. Die Fig. 3 und 4 zeigen das Konzept der Meßkennlinien eines Heißdraht-Luftstrommessers.

In einer Brennkraftmaschine wird aufgrund der Auf- und Abbewegungen von Kolben in Zylindern ein Pulsieren des Ansaugluftstroms verursacht. Dementsprechend zeigt die Luftströmungsmenge am Querschnitt des Luftströmungskanals, an dem der Heißdraht angeordnet ist, eine Schwingungsform wie die in Fig. 3 in dem linken Diagramm gezeigte. Die tatsächliche Schwingungsform eines von dem Heißdraht-Luftstrommesser ausgegebenen Strömungsmengensignals ist jedoch aufgrund der Nicht-Linearität und der Reaktionsverzögerung des Heißdraht-Luftstrommessers wie die in Fig. 4 in dem mittleren Diagramm gezeigte.

Wenn der Öffnungsgrad des Drosselventils groß wird, wird auch die Amplitude des Pulsierens groß, und die Ansaugluft strömt gelegentlich vorübergehend in der negativen (umgekehrten) Richtung, wie in Fig. 4 in dem linken Diagramm dargestellt. Diese umgekehrte Strömung wird als Rückstrom bezeichnet. Da durch den Heißdraht-Luftstrommesser lediglich der absolute Wert einer Luftströmungsmenge erfaßt werden kann, zeigt die von dem Heißdraht-Luftstrommesser erfaßte Luftströmungsmenge beim Auftreten des Rückstroms eine Schwingungsform wie die in Fig. 4 in dem mittleren Diagramm dargestellte. Ferner ist die endgültige Schwingungsform des von dem Heißdraht-Luftstrommesser ausgegebenen Signals aufgrund der Nicht-Linearität und der Reaktionsverzögerung wie die in Fig. 4 in dem rechten Diagramm gezeigte.

Bei der vorliegenden Erfindung wird ein Merkmal einer Schwingungsform eines von dem Heißdraht-Luftstrommesser ausgegebenen Signals analysiert, und Merkmalswerte der Schwingungsform des Signals werden berechnet. Ferner wird auf der Grundlage der Merkmalswerte der Schwingungsform das Rückstromverhältnis ermittelt. Andererseits wird durch eine Korrektur des Ausgangssignals des Heißdraht-Luftstrommessers hinsichtlich der Reaktionsverzögerung und der Nicht-Linearität der in Fig. 4 in dem mittleren Diagramm gezeigte absolute Wert der Luftströmungsmenge wiederhergestellt. Ferner wird ein Durchschnittswert des absoluten Werts der Luftströmungsmenge berechnet. Überdies wird durch Korrigieren des berechneten Durchschnittswerts mittels des Rückstromverhältnisses die korrekte Luftströmungsmenge ermittelt. Die vorstehend beschriebene Verarbeitung zeigt das grundlegende Konzept der vorliegenden Erfindung. Hierbei ist das Rückstromverhältnis als der durch Dividieren des Bereichs der negativen (rückwärts gerichteten) Strömung durch den Bereich der positiven (vorwärts gerichteten) Strömung ermittelte Wert definiert, wie in Fig. 5 dargestellt. Dies bedeutet, daß das Rückstromverhältnis R durch die Gleichung (1) ausgedrückt wird.

$$R = \frac{S_b}{S_f} \quad \dots \quad (1)$$

Ein Frequenzspektrum einer Schwingungsform des von dem Heißdraht-Luftstrommesser ausgegebenen Signals für einen Fall, in dem der Rückstrom, wie in Fig. 3 dargestellt, nicht auftritt, ist in Fig. 8A dargestellt. Die Stärke  $F(\omega)$  einer Frequenzkomponente bei einer Winkelfrequenz  $\omega$  (die als Stärke der Frequenzkomponente bezeichnet wird) ist in der Nähe der Kurbelwinkelfrequenz  $\omega_0$  sehr stark, und die bei den weiteren Winkelfrequenzen ist sehr gering.

Andererseits ist in Fig. 8B ein Frequenzspektrum einer Schwingungsform des von dem Heißdraht-Luftstrommesser ausgegebenen Signals für einen Fall dargestellt, in dem der Rückstrom, wie in Fig. 4 gezeigt, auftritt. Frequenzkomponenten mit einer verhältnismäßig-großen Stärke erscheinen im Bereich der Frequenzen, die höher als die Kurbelwinkelfrequenz  $\omega_0$  sind. Wenn der Öffnungsbereich des Drosselventils größer wird, werden die Stärke und der Bereich dieser höheren Frequenzkomponenten jeweils größer und weiter. Daher wird bei der vorliegenden Erfindung das Rückstromverhältnis durch Berechnen von Merkmalswerten einer Schwingungsform der Luftströmungsmenge, beispielsweise der Leistung von Frequenzkomponenten eines Frequenzspektrums einer Schwingungsform des Ausgangssignals des Heißdraht-Luftstrommessers, ermittelt, und das Ausgangssignal wird mittels des ermittelten Rückstromverhältnisses korrigiert.

Zunächst wird im folgenden der Aufbau einer Brennkraftmaschine erläutert, auf den die vorliegende Erfindung angewendet wird. Fig. 1 zeigt schematisch den Gesamtaufbau einer Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der Ansaugluft gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Wie in Fig. 1 dargestellt, wird in der Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs ein Kolben 32 in jedem Zylinder 3 auf und ab bewegt, und die Hin- und Herbewegung des Kolbens 32 wird durch eine Kurbelwelle 4 in eine Drehbewegung umgewandelt. Ferner wird diese Drehbewegung auf die Räder des Kraftfahrzeugs übertragen. Für die Auf- und Abbewegung des Zylinders 32 sind an der einen und an der anderen Seite des Zylinders 3 ein Einlaßrohr und ein Auspuffrohr zum Ausstoßen von Abgas vorgesehen. Darüber hinaus ist eine Kraftstoffzufuhrvorrichtung 31 zur Zufuhr von Kraftstoff, wie Benzin, an dem Lufteinlaßrohr oder an jedem Zylinder 3 vorgesehen. Die Ansaugluft wird aus einem (in der Figur nicht dargestellten) Luftreiniger eingesaugt und dem Zylinder 3 über eine Drosselkammer in einem Lufteinlaßkanal 33 und einen Verteiler 2 zugeführt. Überdies ist in der Drosselkammer ein mit einem (in der Figur nicht dargestellten) Gaspedal verbundenes Drosselventil 30 vorgesehen. In dem Lufteinlaßkanal 33 ist der Heißdraht-Luftstrommesser 1 zum Messen der Strömungsmenge der in den Lufteinlaßkanal 33 strömenden Luft vorgesehen.

Ein Ausgangssignal des Heißdraht-Luftstrommessers 1 wird in die Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der Ansaugluft eingegeben, und durch eine Korrektur des Ausgangssignals wird eine korrekte Luftströmungsmenge ermittelt. Ferner wird bei einer Motorsteuerung mittels der korrigierten Luftströmungsmenge eine Steuerung des Luftstroms ausgeführt.

Der Aufbau der erfindungsgemäßen Einheit zur Messung der Strömungsmenge der Luft ist ebenfalls in Fig. 1 dargestellt. Das Ausgangssignal des Heißdraht-Luftstrommessers 1 wird in ein Teil 7 zur Korrektur der Verzögerung/Nicht-Linearität und ein Teil 6 zur Extraktion von Merkmalswerten einer Schwingungsform eingegeben. Das Teil 6 zur Extraktion von Merkmalswerten einer Schwingungsform nimmt auch ein von einem Kurbelwinkelsensor 5 ausgegebenes Signal auf und ermittelt Merkmalswerte einer Schwingungsform des von dem Heißdraht-Luftstrommesser 1 gesendeten Ausgangssignals. Ferner ermittelt ein Teil 8 zur Berechnung des Rückstromverhältnisses auf der Grundlage der ermittelten Merkmalswerte der Schwingungsform und von zur Berechnung des Rückstroms verwendeten Informationen das Rückstromverhältnis. Überdies ermittelt ein Teil 9 zur Berechnung der Strömungsmenge auf der Grundlage der Ausgänge des Teils 7 zur Korrektur der Verzögerung/Nicht-Linearität und des Teils 8 zur Berechnung des Rückstromverhältnisses die korrekte Strömungsmenge der Luft und gibt die ermittelte korrekte Luftströmungsmenge aus.

Als nächstes wird nachstehend unter Bezugnahme auf Fig. 2 das Teil 6 zur Extraktion von Merkmalswerten einer Schwingungsform im einzelnen erläutert. Fig. 2 zeigt die Hauptteile, die das Teil 6 zur Extraktion von Merkmalswerten einer Schwingungsform bilden. Das von dem Heißdraht-Luftstrommesser 1 ausgegebene Signal wird in einen Schwingungsspeicher 61 eingegeben, und in dem Schwingungsspeicher wird das eingegebene Signal vorübergehend gespeichert. Ferner werden Informationen bezüglich des gespeicherten Eingangssignals in ein Teil 62 zur Berechnung einer Kurbelwinkelfrequenz und ein Teil 65 zur Berechnung der Stärke der Frequenzkomponenten eingegeben. Das Teil 62 zur Berechnung der Kurbelwinkelfrequenz nimmt auch ein von einem Kurbelwinkelsensor 5 ausgegebenes Signal auf und ermittelt auf der Grundlage einer unter Verwendung der im Schwingungsspeicher gespeicherten Schwingungsform des Signals oder dem von dem Kurbelwinkelsensor 5 ausgegebenen, aufgenommenen Signal ermittelten Grundwinkelfrequenz eine Kurbelwinkelfrequenz. Das Teil 65 zur Berechnung der Stärke der Frequenzkomponenten ermittelt die Stärke von Frequenzkomponenten bei durch eine Multiplikation der Kurbelwinkelfrequenz mit vorab bestimmten Multiplikatoren eingestellten Frequenzen. Die ermittelte Stärke jeder Frequenzkomponente wird als Merkmalswert der Schwingungsform gespeichert.

Nachstehend wird unter Bezugnahme auf das in Fig. 6 dargestellte Ablaufdiagramm die von der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der Ansaugluft ausgeführte grundlegende Verarbeitung erläutert. Die Schwingungsform des Ausgangssignals des Heißdraht-Luftstrommessers 1 ist stumpfer als die der tatsächlichen Strömungsmenge der Luft. Überdies ist die Beziehung zwischen dem Ausgangssignal des Heißdraht-Luftstrommessers und der tatsächlichen Strömungsmenge nicht linear. Dementsprechend ist es erforderlich, das Ausgangssignal des Heißdraht-Luftstrommessers hinsichtlich der Reaktionsverzögerung und der Nicht-Linearität zu korrigieren.

Zunächst werden in einem Schritt 101 die Reaktionsverzögerung und die Nicht-Linearität des Ausgangssignals des Heißdraht-Luftstrommessers 1 durch das Teil 7 zur Korrektur der Verzögerung/Nicht-Linearität korrigiert. Als nächstes werden in einem Schritt 102 auf der Grundlage des korrigierten Ausgangssignals des Heißdraht-Luftstrommessers 1 die Merkmalswerte der Schwingungsform ermittelt. In einem Schritt 103 wird unter Verwendung der ermittelten Merkmalswerte der Schwingungsform das Rückstromverhältnis berechnet. Schließlich wird in einem Schritt 104 auf der Grundlage des berechneten Rückstromverhältnisses die korrekte Strömungsmenge der Luft berechnet. Durch die vorstehend beschriebene Verarbeitung wird die in jeden Zylinder 3 aufgenommene Strömungsmenge der Ansaugluft korrekt ermittelt, und unter Verwendung der korrekten Strömungsmenge der Ansaugluft kann eine optimale Motorsteuerung implementiert werden.

Die genaue Verarbeitung zur Implementierung der Funktion des Teils 7 zur Korrektur der Verzögerung/Nicht-Linearität wird nachstehend unter Bezugnahme auf Fig. 7A erläutert.

Zunächst wird in einem Schritt 111 die Zeitkonstante des Heißdraht-Luftstrommessers 1 ermittelt.

Unter der Annahme, daß die Reaktionsverzögerung des Ausgangssignals  $M_s$  des Heißdraht-Luftstrommessers 1 eine Verzögerung erster Ordnung ist, wird die Zeitkonstante  $\tau$  im allgemeinen durch eine Funktion der tatsächlichen Strömungsmenge  $M_d$  ausgedrückt und durch die Gleichung (2) berechnet.

$$\tau = C_0 \cdot M_d^{-C_1} \quad \dots (2)$$

In einem Experiment wurden beispielsweise die folgenden Werte erhalten:  $C_0 = 0,02$  und  $C_1 = 0,48$ . Der in dem vorhergehenden Berechnungsschritt erhaltene Wert von  $M_d$  wird zur Berechnung der für den aktuellen Berechnungsschritt verwendeten Zeitkonstante  $\tau$  verwendet. Dies bedeutet, daß die Zeitkonstante  $\tau$  durch Eingabe der in dem vorhergehenden Berechnungsschritt ermittelten korrekten Strömungsmenge  $M_d$  in die Gleichung (2) ermittelt wird.

Ferner wird in einem Schritt 112 die Reaktionsverzögerung des Ausgangssignals  $M_s$  des Heißdraht-Luftstrommessers 1 durch die Gleichung (3) korrigiert.

$$M_c = M_s + \tau \cdot \frac{M_s - M_s(-1)}{\Delta t} \quad \dots (3)$$

wobei  $M_s(-1)$  der Wert des Ausgangssignals des Heißdraht-Luftstrommessers 1 ist, das im vorhergehenden Berechnungsschritt erfaßt wurde, und  $\Delta t$  ein Abtastintervall ist.

Das Ausgangssignal des Heißdraht-Luftstrommessers 1, dessen Reaktionsverzögerung korrigiert wurde, wird ferner unter Verwendung der Gleichung (4) hinsichtlich seiner Nicht-Linearität korrigiert.

$$M_d = D_0 + D_1 M_c + D_2 M_c^2 + D_3 M_c^3 + D_4 M_c^4 \quad \dots (4)$$



wobei die Koeffizienten  $D_0, D_1, D_2, D_3$  und  $D_4$  vorab anhand der Beziehung zwischen den Ausgangssignalen des Heißdraht-Luftstrommessers 1 und der Strömungsmenge des Luftstroms in einem stetigen Zustand ermittelt werden. Im Übrigen ist die Ordnung des Polynoms (4) für die Korrektur der Nicht-Linearität nicht auf die vierte Ordnung beschränkt. Das Ausgangssignal des Heißdraht-Luftstrommessers 1 wird ferner unter Verwendung der Gleichung (4) korrigiert. Nach dieser Korrektur wird der absolute Wert der korrigierten Strömungsmenge  $M_d$  wiederhergestellt und von dem Teil 7 zur Korrektur der Verzögerung/Nicht-Linearität ausgegeben.

Als nächstes wird die Verarbeitung mit einem Schritt 102 fortgesetzt, in dem die Merkmalswerte der Schwingungsform extrahiert werden. Das Teil 6 zur Extraktion der Merkmalswerte der Schwingungsform berechnet die zur Berechnung des Rückstromverhältnisses verwendeten Merkmalswerte der Schwingungsform. Der Ablauf der Verarbeitung zur Extraktion der Merkmalswerte der Schwingungsform wird im folgenden unter Bezugnahme auf Fig. 7B erläutert.

Zunächst wird in einem Schritt 201 die Schwingungsform des Ausgangssignals des Heißdraht-Luftstrommessers 1 für die letzte Berechnungsperiode in den Schwingungsspeicher 61 eingegeben. Die Werte des Ausgangssignals des Heißdraht-Luftstrommessers 1 werden, wie in Fig. 9A gezeigt, in einer eindimensionalen Anordnung in dem Schwingungsspeicher 61 gespeichert.

In einem Schritt 202 ermittelt das Teil 62 zur Berechnung der Kurbelwinkelgeschwindigkeit die Kurbelwinkelfrequenz  $\omega_0$  durch Differenzieren von dem Kurbelwinkelsensor 5 gesendeten Veränderungen des Kurbelwinkels oder durch Bestimmen der niedrigsten Frequenz unter den Frequenzen, bei denen Spitzen im Spektrum der im Schwingungsspeicher 61 gespeicherten Schwingungsform von dem Heißdraht-Luftstrommesser 1 auftreten, als Kurbelwinkelfrequenz  $\omega_0$ .

Die Verhältnisse zwischen den bestimmten Frequenzen, bei denen die Merkmalswerte der Schwingungsform extrahiert werden sollten, und der Kurbelwinkelfrequenz  $\omega_0$  werden als Multiplikatoren  $\lambda_i$  in einer eindimensionalen Anordnung in dem Speicher 63 für die bestimmten Frequenzen gespeichert, wie in Fig. 9B dargestellt. Nach der Berechnung der Kurbelwinkelfrequenz  $\omega_0$  liest das Teil 65 zur Berechnung der Merkmalswerte der Schwingungsform in einem Schritt 203 die Multiplikatoren  $\lambda_i$  aus dem Speicher 63, um wiederum die Multiplikatoren zu speichern. In einem Schritt 204 wird festgestellt, ob noch einer der Multiplikatoren übrig ist oder nicht. Wenn keiner der Multiplikatoren verbleibt, wird die Verarbeitung zur Extraktion der Merkmalswerte der Schwingungsform beendet, anderenfalls wird die Verarbeitung mit dem nächsten Schritt der Extraktion der Merkmalswerte der Schwingungsform fortgesetzt.

In einem Schritt 205 ermittelt das Teil 65 zur Berechnung der Stärke der Frequenzkomponenten durch Multiplikation der Kurbelwinkelfrequenz  $\omega_0$  mit jedem Multiplikator  $\lambda_i$  jede bestimmte Frequenz, bei der eine Berechnung der Stärke der Frequenzkomponente erforderlich ist, und berechnet durch Lesen der Schwingungsform des Ausgangssignals des Heißdraht-Luftstrommessers 1 aus dem Schwingungsspeicher 61 und Ausführen einer Fourier-Transformation an der gelesenen Schwingungsform die Stärke  $F(\omega_i)$  jeder Frequenzkomponente. In einem Schritt 206 wird jede berechnete Frequenzkomponentenstärke  $F(\omega_i)$  in dem Speicher 64 zum Speichern der Merkmalswerte der Schwingungsform gespeichert.

Nach dem Abschluß der Extraktion der Merkmalswerte der Schwingungsform wird in einem Schritt 103 auf der Grundlage der extrahierten Merkmalswerte der Schwingungsform, d. h. der Stärke  $F(\omega_i)$  der Frequenzkomponenten, das Rückstromverhältnis  $R$  berechnet. Die Berechnung des Rückstromverhältnisses  $R$  wird nachstehend unter Bezugnahme auf Fig. 7C erläutert.

In einem Schritt 301 liest das Teil 8 zur Berechnung des Rückstromverhältnisses jede Frequenzkomponentenstärke  $F(\omega_i)$  aus dem Speicher 64 zum Speichern der Merkmalswerte der Schwingungsform, und in einem Schritt 302 liest es ferner zur Berechnung des Rückstromverhältnisses verwendete Informationen aus dem Speicher 10 zum Speichern von zur Berechnung des Rückstromverhältnisses verwendeten Informationen. Die zur Berechnung des Rückstromverhältnisses verwendeten Informationen werden zur Berechnung des als Funktion der Frequenzkomponentenstärke  $F(\omega_i)$  und der Verhältnisse

$$\frac{F(\omega_i)}{F(\omega_j)}$$

ausgedrückten Rückstromverhältnisses  $R$  verwendet. Wenn das Rückstromverhältnis beispielsweise durch eine Funktion der Frequenzkomponentenstärke  $F(\omega_i)$  und der Verhältnisse

$$\frac{F(\omega_i)}{F(\omega_j)}$$

ausgedrückt wird, werden die zur Berechnung des Rückstromverhältnisses verwendeten Informationen enthaltenden Daten auf die in Fig. 9D dargestellte Weise gespeichert. Hierbei wurde von den Erfindern festgestellt, daß das Rückstromverhältnis  $R$  durch die folgende Gleichung (5) ausgedrückt werden kann.

$$R = \sum_k \left\{ \sum_i \phi_{ik} F(\omega_i)^k + \sum_{i,j} \gamma_{ijk} \left( \frac{F(\omega_i)}{F(\omega_j)} \right)^k \right\} \dots (5)$$

wobei  $F(\omega_i)$  und  $F(\omega_j)$  die Frequenzkomponentenstärke bei den bestimmten Winkelfrequenzen  $\omega_i$  und  $\omega_j$  repräsentieren und  $k$  der Grad des Polynoms (5) ist.

In einem Schritt 303 wird unter Verwendung der Gleichung (5) das Rückstromverhältnis ermittelt. Hierbei hängen  $\phi_{ik}$  und  $\gamma_{ijk}$  nicht vom Aufbau oder Typ der Brennkraftmaschine und des Lufteinlaßsystems ab.

Nach Abschluß der im Schritt 103 ausgeführten Berechnung des Rückstromverhältnisses R wird in einem Schritt 104 anhand des im Schritt 101 korrigierten Ausgangssignals des Heißdraht-Luftstrommessers 1 und des ermittelten Rückstromverhältnisses R die korrekte Strömungsmenge der Ansaugluft berechnet. Die Berechnung der korrekten Strömungsmenge der Ansaugluft wird nachstehend unter Bezugnahme auf Fig. 7D erläutert.

In einem Schritt 401 berechnet das Teil 104 zur Berechnung der Strömungsmenge den Durchschnittswert des bereits hinsichtlich seiner Reaktionsverzögerung und Nicht-Linearität korrigierten Ausgangssignals Md des Heißdraht-Luftstrommessers 1 über eine Drehperiode der Kurbelwelle. Ferner wird in einem Schritt 402 durch Multiplikation des berechneten Durchschnittswerts des korrigierten Ausgangssignals Md mit einem Faktor

$$\frac{(1 - R)}{(1 + R)}$$

die korrekte Strömungsmenge der Ansaugluft ermittelt.

Durch die vorstehend beschriebene Berechnungsverarbeitung ist die Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der Ansaugluft selbst bei unterschiedlichen Konstruktionen und Typen von Brennkraftmaschinen und Luftansaugsystemen zur stabilen Korrektur des Ausgangssignals des Heißdraht-Luftstrommessers 1 hinsichtlich des Rückstromeffekts ohne eine Erstellung einer Korrekturtabelle für den Rückstromeffekt geeignet.

Bei der vorliegenden Erfindung wird die Tatsache genutzt, daß selbst bei einer Veränderung des Aufbaus oder Typs von Brennkraftmaschine und Lufteinlaßsystem die Veränderung in den Werten der Stärke der Frequenzkomponenten der Schwingungsform des Ausgangssignals des Heißdraht-Luftstrommessers 1 wiedergegeben wird. Wenn die Beziehung zwischen der Stärke der Frequenzkomponenten und dem Rückstromverhältnis einmal als zur Berechnung des Rückstromverhältnisses verwendete Information ermittelt wurde, wird es daher möglich, ein System zur Messung der Strömungsmenge der Luft zu realisieren, bei dem nicht für jeden Typ von Brennkraftmaschine oder Lufteinlaßsystem eine Einstellung für die Berechnung des Rückstroms erforderlich ist. Im folgenden wird die Ermittlung der zur Berechnung des Rückstromverhältnisses verwendeten Informationen erläutert.

Fig. 10 zeigt schematisch den Aufbau der Vorrichtung zur Ermittlung der zur Berechnung des Rückstromverhältnisses verwendeten Informationen.

Eine Einrichtung 23 zur Analyse des Fluidstroms berechnet mittels der in einem Speicher 21 zur Speicherung von CAD-Datengruppen von Brennkraftmaschinen und Lufteinlaßsystemen und der in einem Speicher 22 zur Speicherung Öffnungsgrade eines Drosselventils und Kurbelwinkelgeschwindigkeitswerte repräsentierenden Datenpaaren gespeicherten Daten Veränderungen der Druck- und Temperaturverteilung in dem Verteiler 2 und dem Zylinder 3. Ferner berechnet die Einrichtung 23 zur Analyse des Fluidstroms auf der Grundlage der berechneten Veränderungen der Verteilungen die Strömungsmenge der Ansaugluft am Querschnitt des Lufteinlaßkanals, an dem der Heißdraht-Luftstrommesser 1 vorgesehen ist. Überdies wird auf der Grundlage der berechneten Strömungsmenge der Ansaugluft die Schwingungsform des Ausgangssignals des Heißdraht-Luftstrommessers 1 berechnet.

Als nächstes extrahiert eine Einrichtung 25 zur Berechnung der Merkmalswerte einer Schwingungsform die Merkmalswerte der Schwingungsform aus der von der Einrichtung 23 zur Analyse des Fluidstroms berechneten Schwingungsform des berechneten Ausgangssignals des Heißdraht-Luftstrommessers 1. Ferner ermittelt eine Einrichtung 24 zur Berechnung des Rückstromverhältnisses auf der Grundlage der von der Einrichtung 23 zur Analyse des Fluidstroms berechneten Strömungsmenge der Ansaugluft am Querschnitt, an dem der Heißdraht-Luftstrommesser 1 vorgesehen ist, das Rückstromverhältnis. Die wie vorstehend beschrieben ermittelten Merkmalswerte der Schwingungsform und das Rückstromverhältnis werden in einem Speicher 26 zum Speichern der Merkmalswerte der Schwingungsform und der Rückstromverhältnisse gespeichert.

Eine Einrichtung 26 zum Ermitteln von zur Berechnung des Rückstromverhältnisses verwendeten Informationen berechnet unter Verwendung der Merkmalswerte der Schwingungsform auf der Grundlage von Paaren aus Rückstromverhältnissen und Gruppen von Merkmalswerten der Schwingungsform Parameter der Funktion zum Ermitteln des Rückstromverhältnisses und speichert die berechneten Parameter in dem Speicher 10 zum Speichern der zur Berechnung des Rückstromverhältnisses verwendeten Informationen. Durch die Verwendung der wie vorstehend beschrieben ermittelten, zur Berechnung des Rückstromverhältnisses verwendeten Informationen werden selbst bei einer Veränderung des Aufbaus oder Typs der Brennkraftmaschine und des Lufteinlaßsystems die Auswirkungen der Veränderung in der Schwingungsform des Ausgangssignals des Heißdraht-Luftstrommessers 1 reflektiert, und die Strömungsmenge der Ansaugluft kann auf der Grundlage der Merkmalswerte der Schwingungsform hinsichtlich der Auswirkungen des Rückstroms korrigiert werden. Dadurch wird es möglich, den korrekten Durchschnittswert der Strömungsmenge der Ansaugluft zu ermitteln, der auch hinsichtlich der Auswirkungen des Rückstroms korrigiert ist.

Die Verarbeitung zum Ermitteln der zur Berechnung des Rückstromverhältnisses verwendeten Informationen wird nachstehend unter Bezugnahme auf das in Fig. 12 gezeigte Ablaufdiagramm erläutert.

Bei einer Anordnung wie der in Fig. 11A gezeigten sind CAD-Datengruppen für verschiedene Typen von Verbrennungsmotoren und Lufteinlaßsystemen in dem Speicher 21 gespeichert. Jede der CAD-Datengruppen von Nr. 1 bis Nr. N entspricht einer Kombination von Brennkraftmaschine und Lufteinlaßsystem. In einem Schritt 501 läßt die Einrichtung 23 zur Analyse des Fluidstroms nacheinander die CAD-Datengruppen aus dem Speicher 21. Ferner wird in einem Schritt 502 festgestellt, ob eine CAD-Datengruppe übrig ist oder nicht. Wenn keine CAD-Datengruppe verbleibt, wird die Verarbeitung mit einem Schritt 510 zum Ermitteln der zur Berechnung des Rückstromverhältnisses verwendeten Informationen fortgesetzt.

Als nächstes werden, wenn eine CAD-Datengruppe eingelesen ist, in einem Schritt 503 die Datenpaare (Protokolle) aus Öffnungsgraden des Drosselventils und Kurbelwinkelgeschwindigkeitswerten initialisiert. Damit ist die Vorbereitung für das Einlesen der CAD-Datengruppe vom obersten Datenpaar (Protokoll) aus Öffnungsgraden des Drosselventils und Kurbelwinkelgeschwindigkeitswerten abgeschlossen.

Im Schritt 504 werden die Datenpaare (Protokolle) aus dem Öffnungsgrad  $\alpha$  des Drosselventils und den Werten  $\omega$  der

Kurbelwinkelgeschwindigkeit nacheinander aus dem Speicher 22 zum Speichern der Datenpaare aus dem Öffnungsgrad des Drosselventils und den Kurbelwinkelgeschwindigkeitswerten eingelesen. Im Speicher 22 zum Speichern der Datenpaare aus dem Öffnungsgrad des Drosselventils und den Kurbelwinkelgeschwindigkeitswerten werden die Datenpaare (Protokolle) aus den Öffnungsgraden A des Drosselventils und den Werten  $\Omega$  der Kurbelwinkelgeschwindigkeit in der in Fig. 11C dargestellten Datenzusammensetzung gespeichert. In einem Schritt 505 wird festgestellt, ob noch Datenpaare (Protokolle) aus den Öffnungsgraden A des Drosselventils und den Werten  $\Omega$  der Kurbelwinkelgeschwindigkeit übrig sind oder nicht. Wenn im Speicher 22 keine Datenpaare (Protokolle) aus den Öffnungsgraden A des Drosselventils und den Werten  $\Omega$  der Kurbelwinkelgeschwindigkeit verbleiben, wird die Verarbeitung mit dem Schritt 501 fortgesetzt, und der nächste CAD-Datensatz wird eingelesen.

In einem Schritt 506 werden für die eingelesenen Datenpaare (Protokolle) aus den Öffnungsgraden des Drosselventils und den Werten der Kurbelwinkelgeschwindigkeit und den eingelesenen CAD-Datensatz Fluidstromphänomene analysiert, und die Schwingungsform eines Ausgangssignals des Heißdraht-Luftstrommessers wird ermittelt. Die vorstehend beschriebene Verarbeitung in den Schritten 501 bis 506 wird von der Einrichtung 23 zur Analyse des Fluidstroms ausgeführt.

Als nächstes berechnet die Einrichtung 24 zur Berechnung des Rückstromverhältnisses in einem Schritt 507 auf der Grundlage der erhaltenen Schwingungsform das Rückstromverhältnis. In einem Schritt 508 berechnet die Einrichtung 25 zur Berechnung der Merkmalswerte der Schwingungsform ferner auf der Grundlage der erhaltenen Schwingungsform Merkmalswerte der Schwingungsform. Da das Verfahren zur Berechnung der Merkmalswerte der Schwingungsform mit dem unter Bezugnahme auf Fig. 7B beschriebenen übereinstimmt, erübrigt sich eine genaue Beschreibung dieses Verfahrens.

In einem Schritt 509 wird eine Kombination aus einer Gruppe der ermittelten Merkmalswerte der Schwingungsform und dem ermittelten Rückstromverhältnis in einen Speicher 26 zum Speichern von Merkmalswerten von Schwingungsformen und Rückstromverhältnissen geschrieben.

Daher wird eine Kombination aus der Gruppe der berechneten Merkmalswerte und dem berechneten Rückstromverhältnis in den Speicher 26 zum Speichern von Merkmalswerten von Schwingungsformen und Rückstromverhältnissen geschrieben, und die Verarbeitung wird auf den Schritt 504 zurückgesetzt. Ferner liest eine Einrichtung 27 zur Verarbeitung für das nächste eingelesene Datenpaar (Protokoll) aus Öffnungsgraden des Drosselventils und Werten der Kurbelwinkelgeschwindigkeit wiederholt.

Nach der Wiederholung der vorstehend beschriebenen Verarbeitung für sämtliche CAD-Datensätze aus Verbrennungsmotoren und Luftereinlaßsystemen für sämtliche Datenpaare (Protokolle) aus Öffnungsgraden eines Drosselventils und Werten der Kurbelwinkelgeschwindigkeit ist das Einschreiben der berechneten Merkmalswerte der Schwingungsform und der berechneten Rückstromverhältnisse in den Speicher 26 abgeschlossen. Ferner liest eine Einrichtung 27 zum Ermitteln von zur Berechnung des Rückstromverhältnisses verwendeten Informationen jede Kombination aus einer Gruppe von Merkmalswerten einer Schwingungsform und einem Rückstromverhältnis aus dem Speicher 26 und ermittelt zur Berechnung des Rückstromverhältnisses verwendete Informationen. Jede Gruppe aus Merkmalswerten einer Schwingungsform und jedes Rückstromverhältnis werden wie folgt beschrieben.

$$[F_1(\omega_0), \dots, F_l(\omega_p)] \quad \dots \quad (6)$$

$$R_l \quad \dots \quad (7)$$

Hierbei entspricht das Suffix 1 einer der Kombinationen aus den CAD-Datensätzen für ein Paar der Brennkraftmaschinen und der Luftereinlaßsysteme und eines Protokolls aus dem Datenpaar aus Öffnungsgraden eines Drosselventils und Werten der Kurbelwinkelgeschwindigkeit. Die zur Berechnung des Rückstromverhältnisses verwendeten Informationen werden als Koeffizienten  $\phi_{ik}$  und  $\gamma_{ijk}$  ermittelt, die den Wert der Gleichung (8) minimieren. Daß die Koeffizienten  $\phi_{ik}$  und  $\gamma_{ijk}$  den Wert des Rückstromverhältnisses minimieren, bedeutet, daß das mit diesen Koeffizienten durch die Gleichung (5) erhaltene Rückstromverhältnis absolut korrekt für sämtliche Brennkraftmaschinen und Luftereinlaßsysteme angewendet werden kann.

$$\sum_l \left[ R_l - \sum_k \left\{ \sum_i \phi_{ik} F_i(\omega_i)^k + \sum_{i,j} \gamma_{ijk} \left( \frac{F_i(\omega_i)}{F_j(\omega_j)} \right)^k \right\} \right]^2 \quad \dots \quad (8)$$

Daher wird es selbst bei einer Veränderung des Aufbau bzw. des Typ der Brennkraftmaschine und des Luftereinlaßsystems möglich, das Ausgangssignal des Heißdraht-Luftstrommessers 1 mittels dieser zur Berechnung des Rückstromverhältnisses verwendeten Informationen, d. h. der Koeffizienten  $\phi_{ik}$  und  $\gamma_{ijk}$ , akkurat zu korrigieren. In einem Schritt 510 werden die zur Berechnung des Rückstromverhältnisses verwendeten Informationen in den Speicher 10 zum Speichern von zur Verwendung des Rückstromverhältnisses verwendeten Informationen geschrieben.

Dadurch wird es möglich, unter Verwendung des Ausgangssignals des Heißdraht-Luftstrommessers durch Ausführen einer Korrektur hinsichtlich der Auswirkungen des Rückstroms auf die Ausgangssignale die korrekte Luftströmungsmenge zu ermitteln, durch die eine hoch genaue Motorsteuerung ohne zeitliche Verzögerung realisiert werden kann.

Fig. 13 zeigt schematisch den Gesamtaufbau einer Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der Ansaugluft gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Strömungsmenge der dem Zylinder 3 des Motors

zugeführten Ansaugluft wird von einer Motorsteuereinheit (ECU) 70 auf der Grundlage der Ausgangssignale des Heißdraht-Luftstrommessers 1 und des Kurbelwinkelsensors 5 berechnet. Ferner wird auf der Grundlage der berechneten Strömungsmenge der Ansaugluft die Menge des einzuspritzenden Kraftstoffs ermittelt und der Einspritzeinrichtung zugeführt.

Die Motorsteuereinheit 70 umfaßt einen Eingangsanschluß 71, einen Ausgangsanschluß 72, eine CPU 73, einen ROM 74 und einen RAM 75. Ein Programm zur Ausführung der vorstehend beschriebenen Korrekturen des von dem Heißdraht-Luftstrommesser 1 gesendeten Ausgangssignals ist in dem ROM 74 gespeichert.

Das von dem Kurbelwinkelsensor 5 gesendete Ausgangssignal wird über den Eingangsanschluß 71 in die ECU 70 eingegeben. Das Ausgangssignal des Heißdraht-Luftstrommessers 1 ist im allgemeinen ein analoges Signal, dessen Wert proportional zur Strömungsmenge der Ansaugluft ist, und das Ausgangssignal des Kurbelwinkelsensors 5 ist im allgemeinen ein bei jeder vorgegebenen Winkeländerung erzeugtes Impulssignal. Bei dieser Ausführungsform ist der Eingangsanschluß 71 aus einem A/D-Wandler und einer Taktgeberschaltung (die in dieser Figur nicht dargestellt sind) zusammengesetzt.

Ferner liest die ECU 73 das gespeicherte Programm aus dem ROM 74 und führt zur Ermittlung der korrekten Strömungsmenge der Ansaugluft unter Verwendung des herausgelesenen Programms und des Ausgangssignals des Kurbelwinkelsensors 5 die Korrektur des von dem Heißdraht-Luftstrommesser 1 gesendeten Ausgangssignals aus. Im Verlauf der vorstehend genannten Korrekturen erzeugte temporäre Daten werden in den RAM 75 geschrieben, und erforderliche Daten werden aus dem RAM 75 gelesen. Die ermittelte korrekte Strömungsmenge der Ansaugluft wird über den Ausgangsanschluß 72 ausgegeben.

Obwohl bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen ein Heißdraht-Luftstrommesser als Luftstrommesser verwendet wird, ist der Luftstrommesser nicht auf einen Heißdraht-Luftstrommesser begrenzt, und gemäß der vorliegenden Erfindung kann jeder Typ von Luftstrommesser, wie ein Luftstrommesser mit elektrothermischem Widerstand, der die Richtungen der Luftströmungen nicht unterscheiden kann und eine Reaktionsverzögerung und eine Nicht-Linearität aufweist, verwendet werden.

Da erfindungsgemäß die Merkmalswerte der Schwingungsform eines von einem Luftstrommesser mit elektrothermischem Widerstand gesendeten Ausgangssignals berechnet werden und ein Rückstromverhältnis durch die Eingabe der berechneten Merkmalswerte der Schwingungsform in eine von dem Aufbau und Typ einer Brennkraftmaschine und eines Lufteinlaßsystems unabhängige Funktion ermittelt wird, kann die korrekte Strömungsmenge der in die Brennkraftmaschine eingesaugten Luft ohne eine Bestimmung des Auftretens eines Rückstroms unter Verwendung eines Schwellen- oder Spitzenwerts des von dem Luftstrommesser mit elektrothermischem Widerstand gesendeten Ausgangssignals und ohne eine Erstellung einer die Beziehung zwischen dem Rückstromverhältnis und einem Satz aus einem Öffnungsgrad eines Drosselventils und einem Wert der Kurbelwinkelgeschwindigkeit ausdrückenden Tabelle gemessen werden.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Messung einer Strömungsmenge der in eine Brennkraftmaschine aufgenommenen Ansaugluft unter Verwendung eines Luftstrommessers (1) mit elektrothermischem Widerstand, wobei die Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der Ansaugluft umfaßt:  
ein Teil (8) zur Berechnung eines Rückstromverhältnisses auf der Grundlage von Merkmalswerten einer Schwingungsform der Veränderungen einer gemessenen Strömungsmenge der Ansaugluft und  
ein Teil (9) zur Berechnung der korrekten Strömungsmenge der Ansaugluft auf der Grundlage der Schwingungsform der Veränderungen der gemessenen Strömungsmenge der Ansaugluft und des von dem Teil (8) zur Berechnung des Rückstromverhältnisses ausgegebenen Rückstromverhältnisses (R).
2. Vorrichtung zur Messung einer Strömungsmenge der Ansaugluft nach Anspruch 1, bei der die gemessene Strömungsmenge durch Ausführen einer Korrektur eines Ausgangssignals des Luftstrommessers (1) mit elektrischem Widerstand hinsichtlich einer Reaktionsverzögerung und einer Nicht-Linearität des Luftstrommessers (1) mit elektrothermischem Widerstand ermittelt wird.
3. Vorrichtung zur Messung einer Strömungsmenge der in eine Brennkraftmaschine aufgenommenen Ansaugluft unter Verwendung eines Luftstrommessers (1) mit elektrothermischem Widerstand, wobei die Vorrichtung zur Messung einer Strömungsmenge der Ansaugluft umfaßt:  
ein Teil (7) zur Korrektur einer Verzögerung/Nicht-Linearität zum Korrigieren eines Ausgangssignals des Luftstrommessers (1) mit elektrothermischem Widerstand hinsichtlich einer Reaktionsverzögerung und einer Nicht-Linearität des Luftstrommessers (1) mit elektrothermischem Widerstand,  
ein Teil (6) zur Extraktion der Merkmalswerte einer Schwingungsform eines von dem Luftstrommesser (1) mit elektrothermischem Widerstand gesendeten und von dem Teil (7) zur Korrektur der Verzögerung/Nicht-Linearität hinsichtlich der Reaktionsverzögerung und der Nicht-Linearität korrigierten Ausgangssignals,  
ein Teil (8) zur Berechnung eines Rückstroms zum Ermitteln eines Rückstromverhältnisses auf der Grundlage der extrahierten Merkmalswerte der Schwingungsform und  
ein Teil (9) zur Berechnung der Strömungsmenge zum Ermitteln der korrekten Strömungsmenge der Ansaugluft auf der Grundlage des Ausgangs des Teils (7) zur Korrektur der Verzögerung/Nicht-Linearität und des Ausgangs des Teils (8) zur Berechnung des Rückstromverhältnisses.
4. Vorrichtung zur Messung einer Strömungsmenge der Ansaugluft nach einem der Ansprüche 2 oder 3, bei dem die Merkmalswerte einer Schwingungsform Stärken  $F(\omega)$  von Frequenzkomponenten der Schwingungsform des von dem Luftstrommesser (1) mit elektrothermischem Widerstand gesendeten und von dem Teil (7) zur Korrektur der Verzögerung/Nicht-Linearität hinsichtlich der Reaktionsverzögerung und Nicht-Linearität korrigierten Ausgangssignals sind.
5. Vorrichtung zur Messung einer Strömungsmenge der Ansaugluft nach Anspruch 4, bei dem das Rückstromverhältnis (R) mittels der folgenden Gleichung ermittelt wird:

$$R = \sum_k \left\{ \sum_i \phi_{ik} F(\omega_i)^k + \sum_{i,j} \gamma_{ijk} \left( \frac{F(\omega_i)}{F(\omega_j)} \right)^k \right\}$$

wobei  $F(\omega_i)$  und  $F(\omega_j)$  Stärken von Frequenzkomponenten bei bestimmten Winkelfrequenzen  $\omega_i$  und  $\omega_j$  repräsentieren und  $k$  ein Grad eines Polynoms der Gleichung ist.

6. Vorrichtung zur Messung einer Strömungsmenge der in eine Brennkraftmaschine aufgenommenen Ansaugluft unter Verwendung eines Luftstrommessers (1) mit elektrothermischem Widerstand, wobei Vorrichtung zur Messung einer Strömungsmenge der Ansaugluft umfaßt:

einen Eingangs-/Ausgangsanschluß (71, 72),

einen Speicher (74, 75), in den eine Schwingungsform eines von dem Luftstrommesser (1) mit elektrothermischem Widerstand gesendeten Ausgangssignals über den Eingangs-/Ausgangsanschluß (71, 72) eingegeben wird und in dem eine Beziehung zwischen bestimmten Winkelfrequenzen, bei denen eine Frequenzkomponentenstärke ( $F(\omega)$ ) ermittelt werden soll, und einer Kurbelwinkelfrequenz ( $\omega$ ) des Motors gespeichert ist, und

eine Berechnungseinrichtung (70) zum Ausführen einer Korrektur des Ausgangssignals des Luftstrommessers (1) mit elektrothermischem Widerstand hinsichtlich einer Reaktionsverzögerung und einer Nicht-Linearität des Luftstrommessers (1) mit elektrothermischem Widerstand, zum Ermitteln der Kurbelwinkelfrequenz ( $\omega$ ) des Motors, zur Berechnung der Frequenzkomponentenstärke ( $F(\omega)$ ) der Schwingungsform des von dem Luftstrommesser (1) mit elektrothermischem Widerstand gesendeten und hinsichtlich der Reaktionsverzögerung und der Nicht-Linearität korrigierten Ausgangssignals bei jeder unter Verwendung der gespeicherten Beziehung zwischen den bestimmten Winkelfrequenzen und der Kurbelwinkelfrequenz ( $\omega$ ) ermittelten bestimmten Winkelfrequenz, zum Ermitteln eines Rückstromverhältnisses ( $R$ ) auf der Grundlage der berechneten Frequenzkomponentenstärke ( $F(\omega)$ ), zum Ermitteln einer korrekten Strömungsmenge der Ansaugluft durch Korrigieren der Schwingungsform des von dem Luftstrommesser (1) mit elektrothermischem Widerstand gesendeten und hinsichtlich der Reaktionsverzögerung und der Nicht-Linearität korrigierten Ausgangssignals mittels des Rückstromverhältnisses ( $R$ ) und zur Ausgabe der korrekten Strömungsmenge der Ansaugluft über den Eingangs-/Ausgangsanschluß (71, 72).

7. Vorrichtung zur Messung einer Strömungsmenge der Ansaugluft nach Anspruch 6, bei dem die Kurbelwinkelfrequenz ( $\omega$ ) unter Verwendung des von dem Luftstrommesser (1) mit elektrothermischem Widerstand gesendeten Ausgangssignals ermittelt wird.

8. Vorrichtung zur Messung einer Strömungsmenge der Ansaugluft nach Anspruch 6, bei dem die Kurbelwinkelfrequenz ( $\omega$ ) unter Verwendung eines von einem in dem Motor vorgesehenen Kurbelwinkelsensor (5) gesendeten Ausgangssignals ermittelt wird.

9. Verfahren zur Messung einer Strömungsmenge der in eine Brennkraftmaschine aufgenommenen Ansaugluft unter Verwendung eines Luftstrommessers (1) mit elektrothermischem Widerstand, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfaßt:

Empfang einer Schwingungsform eines von dem Luftstrommesser (1) mit elektrothermischem Widerstand gesendeten Ausgangssignals,

Ausführen einer Korrektur des Ausgangssignals des Luftstrommessers (1) mit elektrothermischem Widerstand hinsichtlich einer Reaktionsverzögerung und Nicht-Linearität des Luftstrommessers (1) mit elektrothermischem Widerstand,

Ermitteln einer Kurbelwinkelfrequenz ( $\omega$ ),

Berechnen einer Frequenzkomponentenstärke ( $F(\omega)$ ) der Schwingungsform des von dem Luftstrommesser (1) mit elektrothermischem Widerstand gesendeten und hinsichtlich der Reaktionsverzögerung und der Nicht-Linearität korrigierten Ausgangssignals ( $M_d$ ) bei jeder unter Verwendung einer vorgegebenen Beziehung zwischen bestimmten Winkelfrequenzen und der Kurbelwinkelfrequenz ermittelten bestimmten Winkelfrequenz,

Ermitteln eines Rückstromverhältnisses ( $R$ ) auf der Grundlage der bei den bestimmten Winkelfrequenzen berechneten Frequenzkomponentenstärke ( $F(\omega)$ ) und

Ermitteln einer korrekten Strömungsmenge der Ansaugluft durch Korrigieren der Schwingungsform des von dem Luftstrommesser (1) mit elektrothermischem Widerstand gesendeten und hinsichtlich der Reaktionsverzögerung und der Nicht-Linearität korrigierten Ausgangssignals mittels des Rückstromverhältnisses ( $R$ ).

10. Verfahren zur Messung einer Strömungsmenge der in eine Brennkraftmaschine aufgenommenen Ansaugluft nach Anspruch 9, bei dem das Rückstromverhältnis ( $R$ ) mittels der folgenden Gleichung ermittelt wird:

$$R = \sum_k \left\{ \sum_i \phi_{ik} F(\omega_i)^k + \sum_{i,j} \gamma_{ijk} \left( \frac{F(\omega_i)}{F(\omega_j)} \right)^k \right\}$$

wobei  $F(\omega_i)$  und  $F(\omega_j)$  Frequenzkomponentenstärken bei bestimmten Winkelfrequenzen  $\omega_i$  und  $\omega_j$  repräsentieren und  $k$  ein Grad eines Polynoms der Gleichung ist.

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

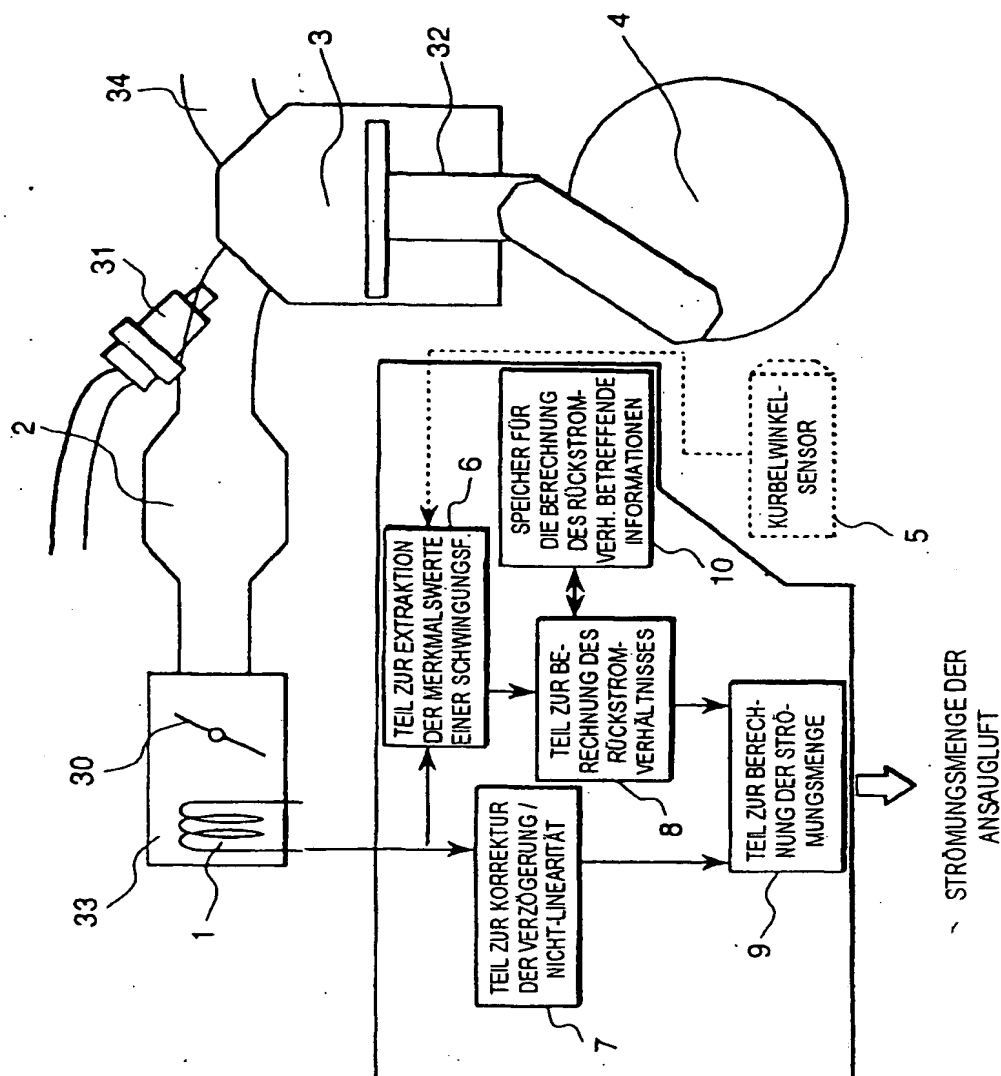


FIG. 2

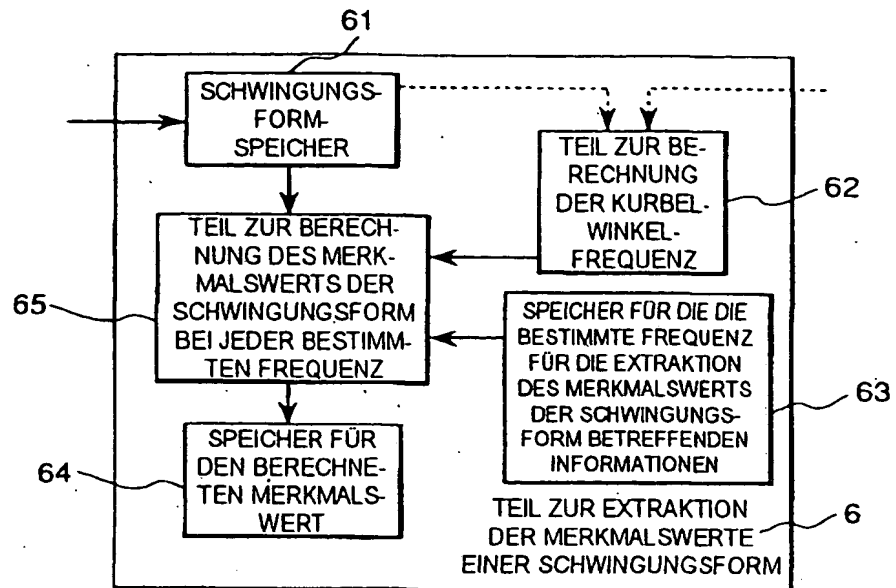


FIG. 3

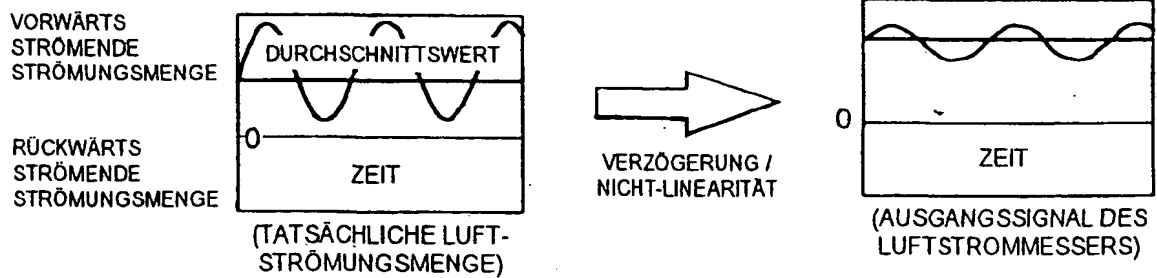


FIG. 4

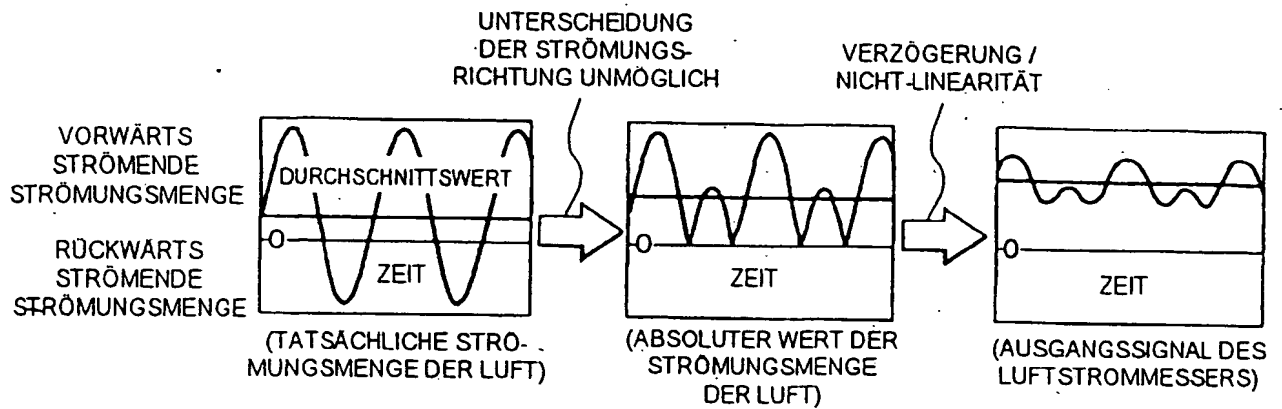


FIG. 5

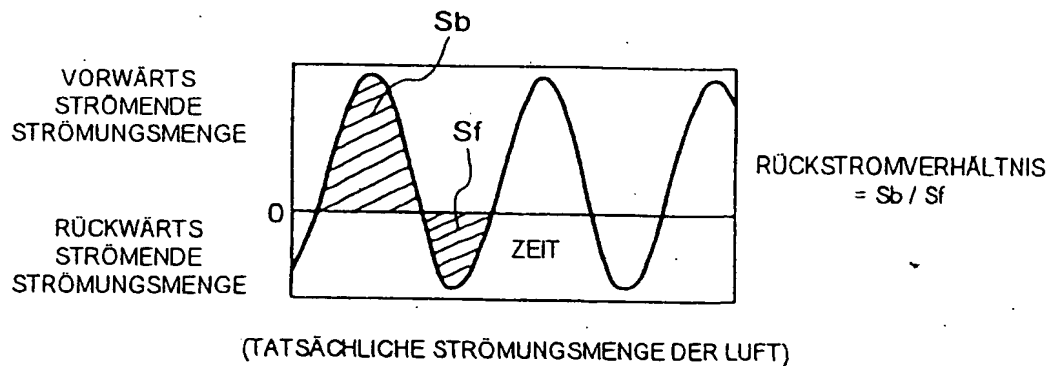




FIG. 6

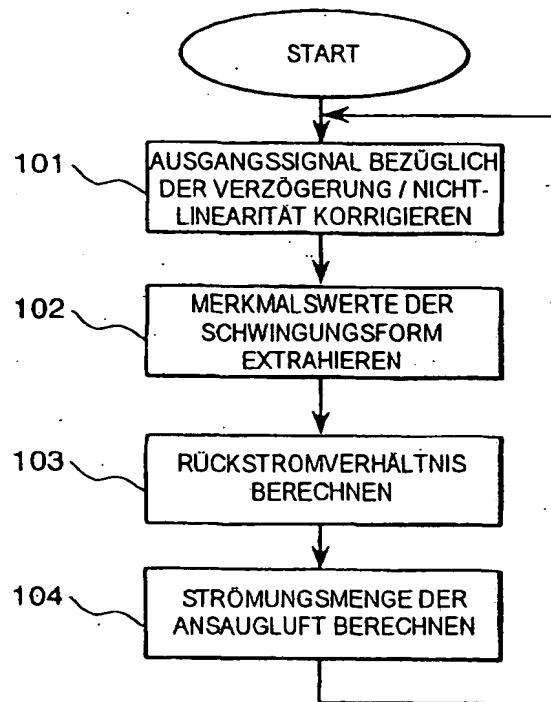


FIG. 7A

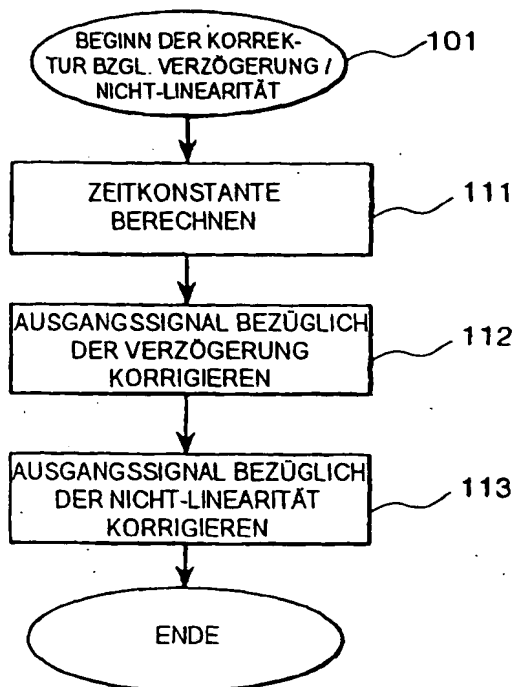


FIG. 7B

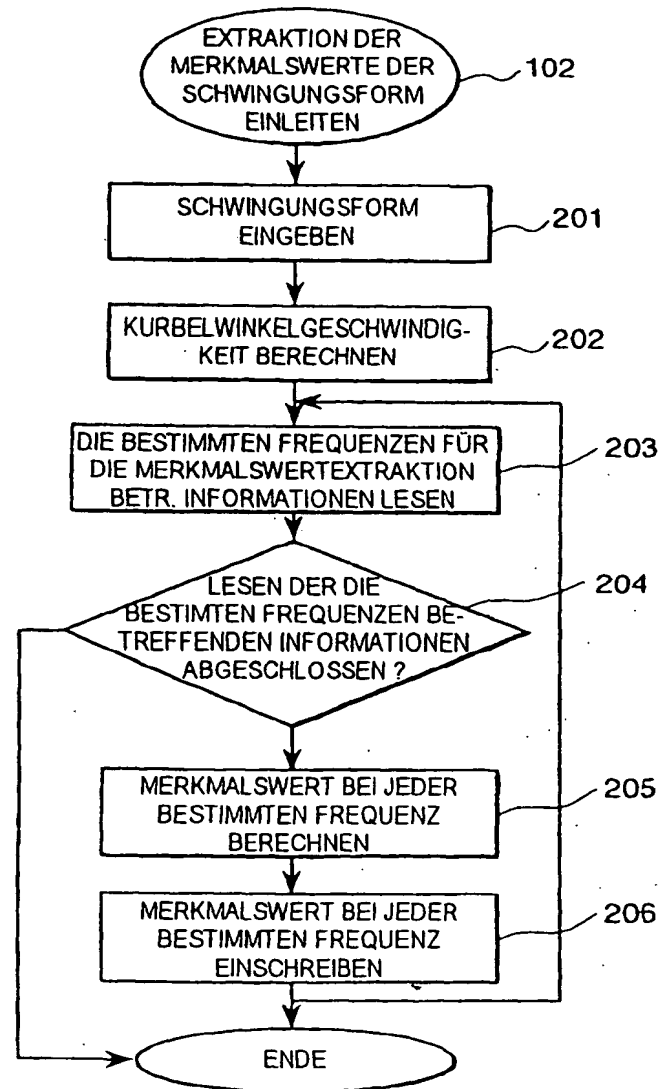


FIG. 7C

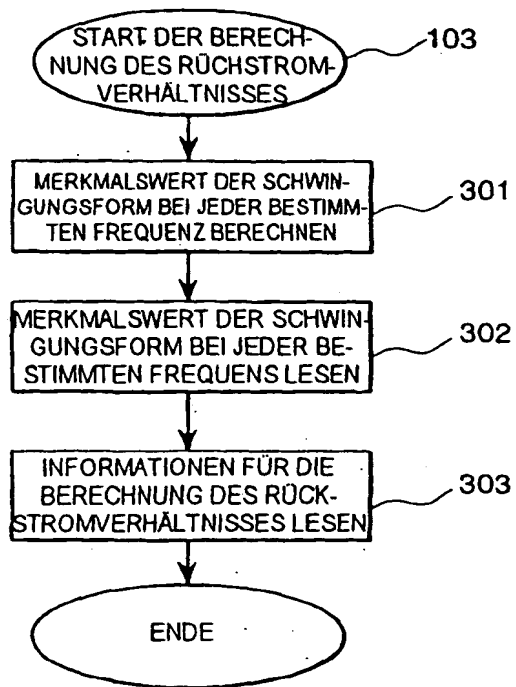


FIG. 7D

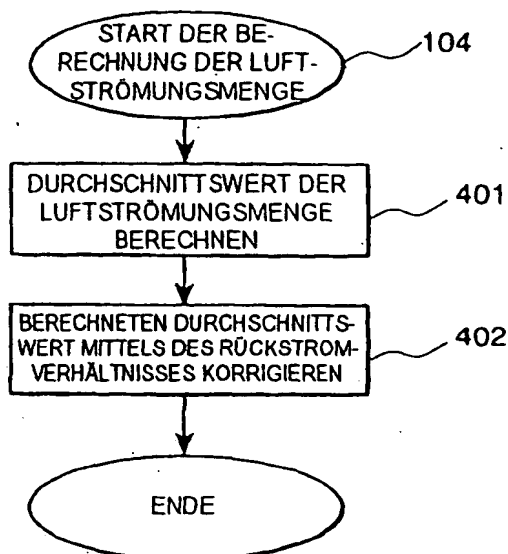


FIG. 8A

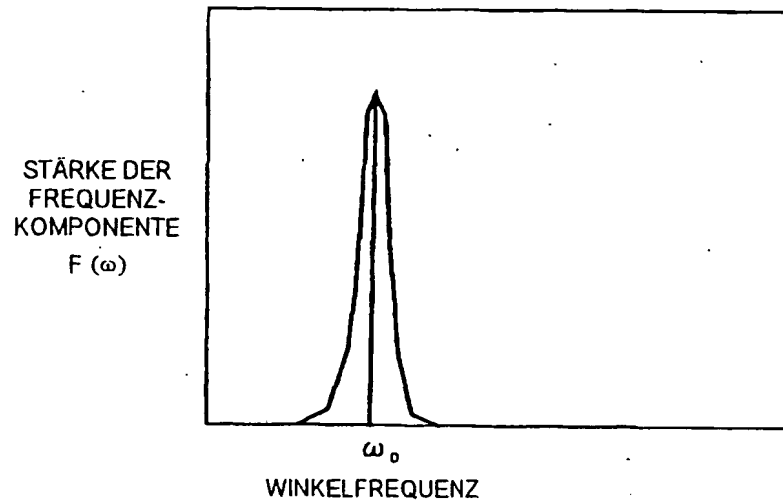


FIG. 8B

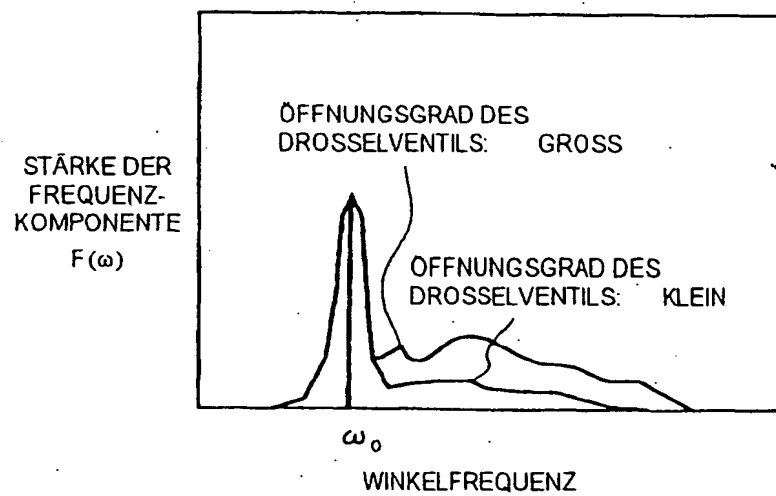


FIG. 9A FIG. 9B

$f(\Delta t)$
$f(2\Delta t)$
$\vdots$
$f(T\Delta t)$

$\lambda_1$
$\vdots$
$\lambda_1$

$$\lambda_i = \omega_i / \omega_0$$

FIG. 9C

$\omega_0$	$F(\omega_0)$
$\vdots$	$\vdots$
$\omega_1$	$F(\omega_1)$

FIG. 9D

$\phi_{ii}$		$\phi_{ik}$
$\vdots$		$\vdots$
$\phi_{ik}$		$\phi_{ik}$
$\gamma_{iii}$		$\gamma_{iik}$
$\vdots$		$\vdots$
$\gamma_{iik}$		$\gamma_{iik}$
$\vdots$		$\vdots$
$\gamma_{ijl}$		$\gamma_{ijk}$
$\vdots$		$\vdots$
$\gamma_{ijl}$		$\gamma_{ijk}$

RÜCKSTROMVERHÄLTNIS

$$= \sum_{ik} \phi_{ik} F(\omega_i) + \sum_{ijk} \gamma_{ijk} [F(\omega_i) / F(\omega_j)]$$

FIG. 10

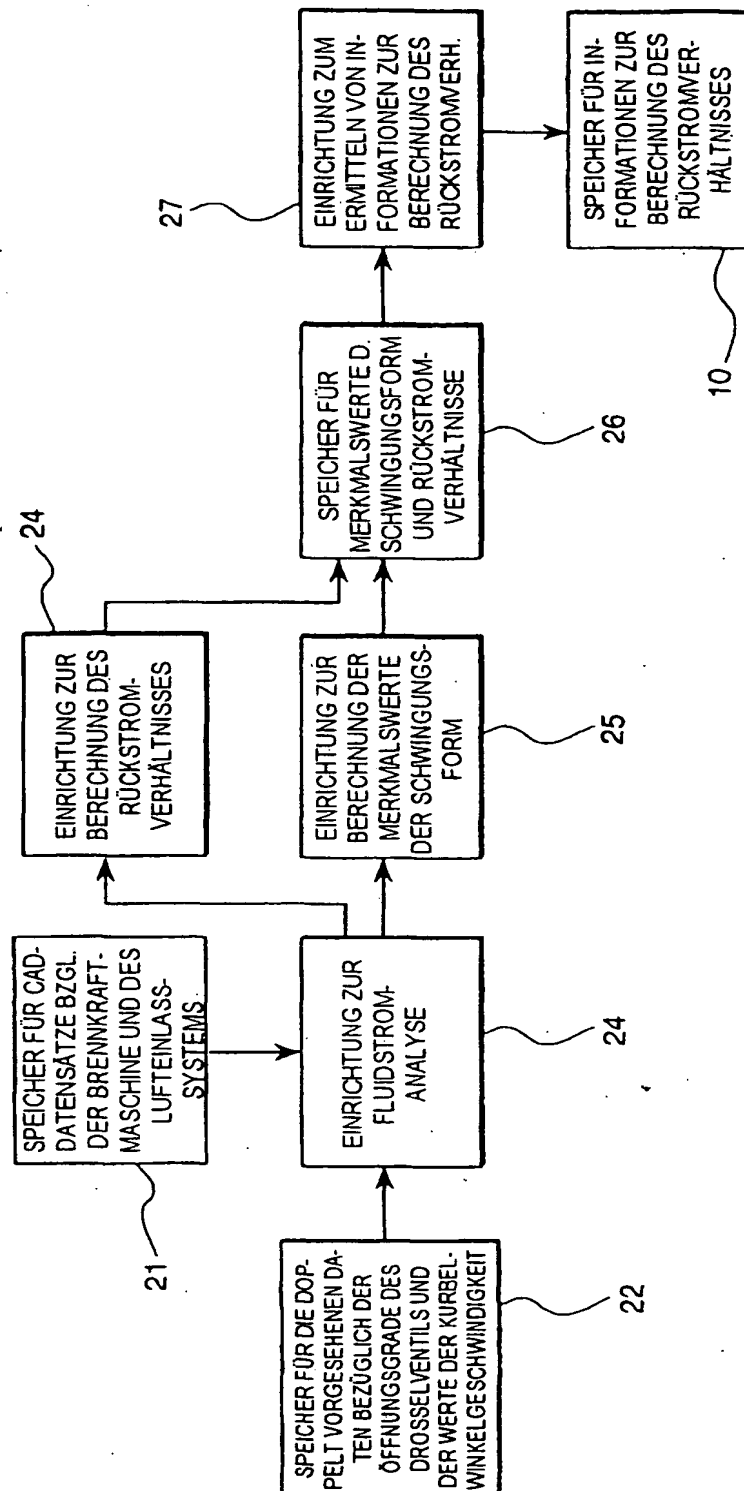


FIG. 11A

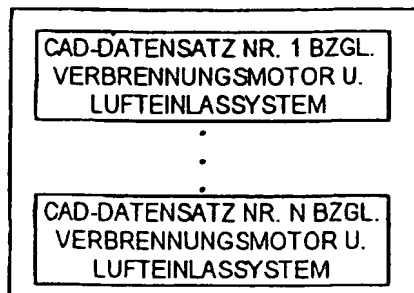


FIG. 11B

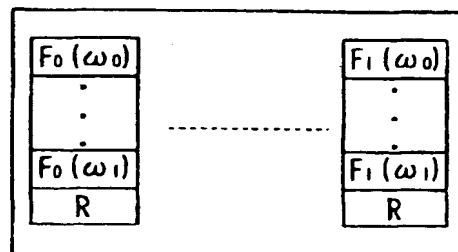


FIG. 11C

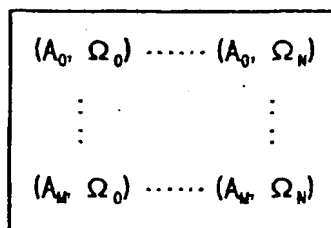


FIG. 12

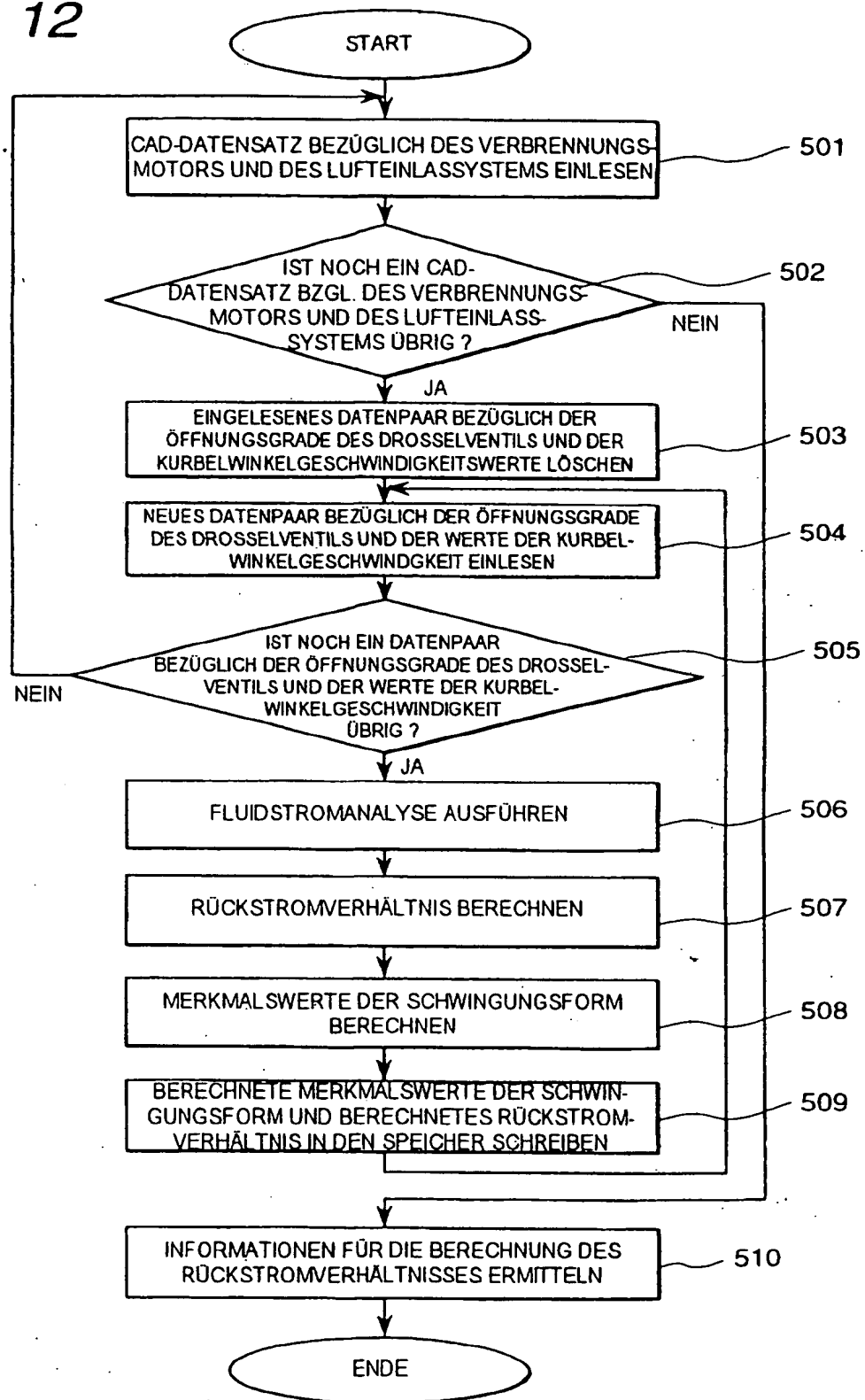
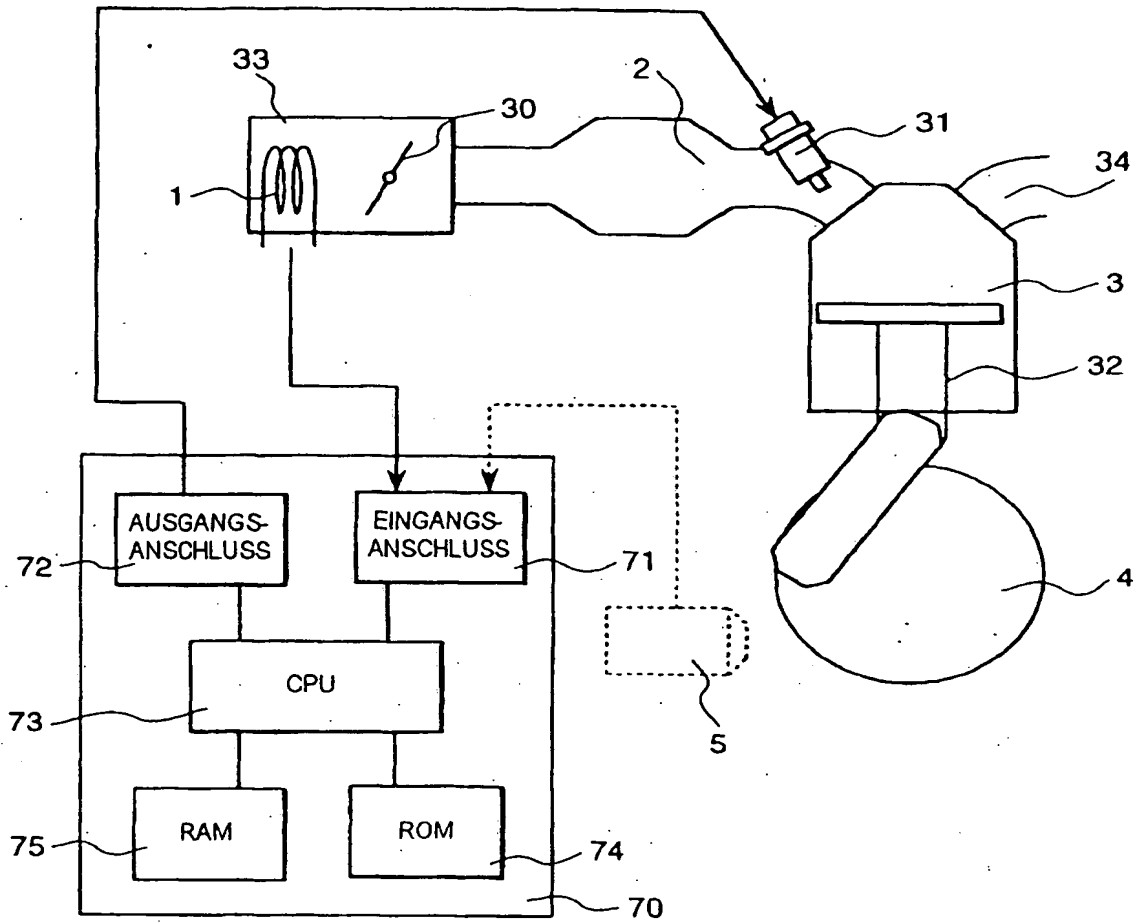




FIG. 13



**THOMSON**  
  
**DELPHION**

RESEARCH
PRODUCTS
INSIDE DELPHION

[Home](#) | [Work Files](#) | [Saved Searches](#) | [My Account](#) | [Products](#)

Search: [Quick/Number](#) [Boolean](#) [Advanced](#) [Derwent](#)

[Help](#)

## Derwent Record

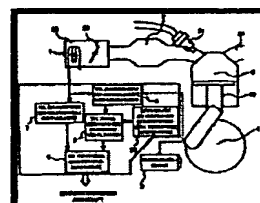
View: [Expand Details](#) Go to: [Delphion Integrated View](#)

[Email this to a friend](#)

**Derwent Title:** Device to measure flow quantity of suction air in vehicle or other internal combustion engine; has hot-wire anemometer and parts to calculate back-flow from measured flow, and to correct for flow

**Original Title:** ☒ DE19952294A1: Vorrichtung zur Messung einer Strömungsmenge der Ansaugluft

**Assignee:** AONO T Individual  
KOWATARI T Individual  
HITACHI LTD Standard company  
Other publications from [HITACHI LTD \(HITA\)...](#)



**Inventor:** AONO T; KOWATARI T;

**Accession/** 2000-680662 / 200268

**Update:**

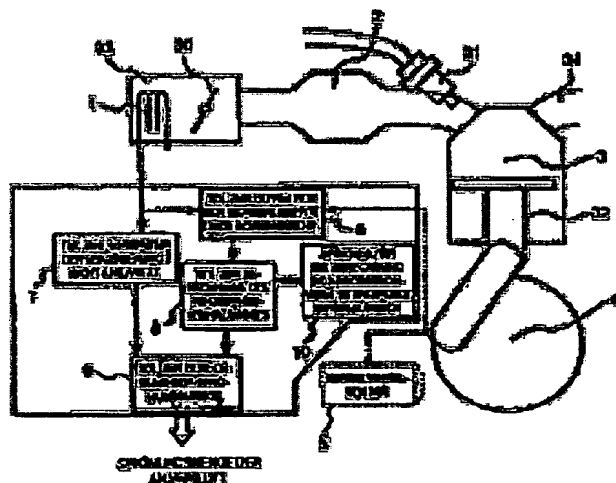
**IPC Code:** F02D 41/18 ; F02D 45/00 ; G01M 15/00 ; G01F 1/68 ; G01F 1/69 ;

**Derwent Classes:** [Q52](#); [S02](#);

**Manual Codes:** S02-C01B7(Thermal effects) , S02-C07(Testing, calibrating and compensation aspects of S02-C equipment) , S02-G02A(Measuring electric or thermal variable affected by the flow) , S02-G07C(Compensation aspects) , S02-J01A (IC engines)

**Derwent Abstract:** (DE19952294A) **Novelty** - The device has a hot-wire anemometer (1) to measure air flow. A part (8) is included that calculates a back-flow ratio on the basis of the maximum of an oscillation shape of the variation of the measured flow quantity. A part (9) calculates the correct flow quantity on the basis of the calculated back flow and of the oscillation shape of the variations in the measured flow quantity.  
**Detailed Description** - An INDEPENDENT CLAIM is included for a method for using the device.  
**Use** - To measure flow quantity of suction air in vehicle or other internal combustion engine.  
**Advantage** - Corrects for back-flow without determining interval of back-flow.

**Images:**



**Description of Drawing(s)** - The figure shows a schematic diagram of the overall construction of a device to measure the flow quantity of the suction air of an internal combustion engine.

Hot-wire anemometer 1, Distributor 2, Cylinder 3, Crankshaft 4, Piston angle sensor 5, Part to extract maximum value of oscillation frequency 6, Part to correct delay or non-linearity 7, Part to calculate back-flow ratio 8, Part to calculate flow quantity 9, Memory for back-flow ratio 10, Throttle valve 30, Fuel supply device 31, Piston 32, Air inlet channel 33, **Description of Drawing(s)** - The figure shows a schematic diagram of the overall construction of a device to measure the flow quantity of the suction air of an internal combustion engine., Hot-wire anemometer 1, Distributor 2, Cylinder 3, Crankshaft 4, Piston angle sensor 5, Part to extract maximum value of oscillation frequency 6, Part to correct delay or non-linearity 7, Part to calculate back-flow ratio 8, Part to calculate flow quantity 9, Memory for back-flow ratio 10, Throttle valve 30, Fuel supply device 31, Piston 32, Air inlet channel 33, **Description of Drawing(s)** - The figure shows a schematic diagram of the overall construction of a device to measure the flow quantity of the suction air of an internal combustion engine., Hot-wire anemometer 1, Distributor 2, Cylinder 3, Crankshaft 4, Piston angle sensor 5, Part to extract maximum value of oscillation frequency 6, Part to correct delay or non-linearity 7, Part to calculate back-flow ratio 8, Part to calculate flow quantity 9, Memory for back-flow ratio 10, Throttle valve 30, Fuel supply device 31, Piston 32, Air inlet channel 33, **Description of Drawing(s)** - The figure shows a schematic diagram of the overall construction of a device to measure the flow quantity of the suction air of an internal combustion engine., Hot-wire anemometer 1, Distributor 2, Cylinder 3, Crankshaft 4, Piston angle sensor 5, Part to extract maximum value of oscillation frequency 6, Part to correct delay or non-linearity 7, Part to calculate back-flow ratio 8, Part to calculate flow quantity 9, Memory for back-flow ratio 10, Throttle valve 30, Fuel supply device 31, Piston 32, Air inlet channel 33 Dwg.1/13

Family:

PDF Patent	Pub. Date	Derwent Update	Pages	Language	IPC Code
<input checked="" type="checkbox"/> <u>DE19952294A1</u> *	2000-09-28	200067	22	German	F02D 41/18
Local appls.: <u>DE1999001052294</u> Filed:1999-10-29 (99DE-1052294)					
<input checked="" type="checkbox"/> <u>US6459984</u> =	2002-10-01	200268	19	English	G01M 15/00
Local appls.: Div ex <u>US06334083</u> (US 6334083) <u>US2001000985304</u> Filed:2001-11-02 (2001US-0985304) Div ex <u>US1999000417007</u> Filed:1999-10-12 (99US-0417007)					
<input checked="" type="checkbox"/> <u>US20020045982A1</u> =	2002-04-18	200228	21	English	G01M 15/00
Local appls.:					
<input checked="" type="checkbox"/> <u>US6334083</u> =	2001-12-25	200206	20	English	G01M 15/00
Local appls.: <u>US1999000417007</u> Filed:1999-10-12 (99US-0417007)					
<input checked="" type="checkbox"/> <u>JP2000265898A</u> =	2000-09-26	200067	11	English	F02D 45/00
Local appls.: <u>JP1999000067843</u> Filed:1999-03-15 (99JP-0067843)					

INPADOC

Show legal status actions

Legal Status:

First Claim:

Show all claims 1. Vorrichtung zur Messung einer Strömungsmenge der in eine Brennkraftmaschine aufgenommenen Ansaugluft unter Verwendung eines Luftstrommessers (1) mit elektrothermischem Widerstand, wobei die Vorrichtung zur Messung der Strömungsmenge der Ansaugluft umfaßt: ein Teil (8) zur Berechnung eines Rückstromverhältnisses auf der Grundlage von Merkmalswerten einer Schwingungsform der Veränderungen einer gemessenen Strömungsmenge der Ansaugluft und ein Teil (9) zur Berechnung der korrekten Strömungsmenge der Ansaugluft auf der Grundlage der Schwingungsform der Veränderungen der gemessenen Strömungsmenge der Ansaugluft und des von dem Teil (8) zur Berechnung des Rückstromverhältnisses ausgegebenen Rückstromverhältnisses (R).

Priority Number:

Application Number	Filed	Original Title
<u>JP1999000067843</u>	1999-03-15	INTAKE AIR FLOW MEASURING DEVICE

Title Terms:

DEVICE MEASURE FLOW QUANTITY SUCTION AIR VEHICLE INTERNAL COMBUST ENGINE

HOT WIRE ANEMOMETER PART CALCULATE BACK FLOW MEASURE FLOW CORRECT FLOW

[Pricing](#) [Current charges](#)

**Derwent Searches:** [Boolean](#) | [Accession/Number](#) | [Advanced](#)

Data copyright Thomson Derwent 2003

© 1997-2004 Thomson    [Research Subscriptions](#) | [Privacy Policy](#) | [Terms & Conditions](#) | [Site Map](#) | [Contact Us](#) | [Help](#)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**